

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE QUÍMICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura de Ingeniería Ambiental

**“Gestión Energética en procesos de elaboración y producción como estrategia de
eficiencia operativa para una planta de bebidas”**

Erick Steven Bastos Abarca


CARTAGO, Noviembre 2017

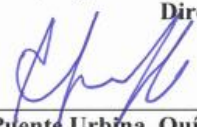



“Gestión Energética en procesos de elaboración y producción como estrategia de eficiencia operativa para una planta de bebidas”

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura


Miembros del tribunal



Lic. Carlos Roldán Villalobos, Ingeniero Químico
Director


MSc. Allen Arturo Puente Urbina, Químico
Lector 1


Lic. Dixania Azofeifa Duarte, Ingeniera Ambiental
Lector 2


MSc. Diana Zambrano Piamba, Ingeniera Sanitaria
Coordinador COTRAFIG


Dra. Floria Roa Gutiérrez, Química
Directora Escuela de Química


MSc. Ana Lorena Arias Zúñiga, Ingeniera Civil
Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

Primero dedicarle todo el esfuerzo a Dios quien es mi motor para continuar el día a día, y gracias a Él llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mis papás Lilliana y Eric quienes han sido un apoyo incondicional durante toda mi vida, y me acompañaron en cada paso de este proceso de formación académica.

A mi abuelita Irene quien siempre me ha motivado a seguir adelante a pesar de todos los obstáculos, tener la mente siempre en los objetivos y metas para lograr quien soy hoy en día; a mi hermano Kevin que siempre me ha apoyado en cada etapa de mi vida.

Les agradezco, es un placer y honor dedicarles mi esfuerzo y dedicación para obtener el título por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental.

*“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente,
no temas ni desmayes porque Dios estará contigo en dondequiera que vayas”*

Josué 1:9

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecerle todo el esfuerzo a Dios quien es mi motor de superación y esfuerzo diario.

A mi familia, Lilliana, Eric, Irene y Kevin que siempre me han motivado a seguir adelante a pesar de todos los obstáculos, tener la mente siempre en los objetivos y metas para lograr quien soy hoy en día.

A mi compañera y colega la Ing. Dixania Azofeifa quien me abrió la puerta a la empresa para fortalecer mi formación con la práctica profesional y posteriormente la oportunidad de elaborar este proyecto final de graduación, espero que todo este esfuerzo sea de ganancia para la empresa.

Asimismo, agradezco el apoyo a Gabriela Delgado y Gerardo Miranda por esta oportunidad de completar un año que me permitió crecer profesionalmente en una empresa tan prestigiosa.

Al Ing. Emilio Villalobos por todo el proceso de enseñanza sobre el uso de energía en el sector industrial, así como a todos los operadores involucrados.

A la profesora Ing. Diana Zambrano le agradezco por motivarme a finalizar esta etapa tan importante.

Agradezco la guía y apoyo a mi profesor tutor Ing. Carlos Roldán durante el proceso de elaboración del proyecto final y, finalmente agradezco a todo el personal de la Escuela de Química y Carrera de Ingeniería Ambiental por enseñarme tanto durante estos años de mi carrera.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
2.1.1.	Objetivo General.....	2
2.1.2.	Objetivos específicos	2
3.	MARCO DE REFERENCIA	3
3.1.	Situación energética mundial.....	3
3.2.	Situación energética en Costa Rica.....	4
3.2.1.	La matriz de generación eléctrica en Costa Rica.	5
3.2.2.	Consumo Eléctrico Nacional.	7
3.3.	Sector industrial.	11
3.3.1.	El sector industrial en el mundo.....	11
3.3.2.	El sector industrial en Costa Rica.	13
3.3.3.	Consumo energético en la industria de bebidas alcohólicas.	16
3.3.4.	Gestión energética en la industria de bebidas alcohólicas.	18
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
4.1.	Enfoque de investigación.....	20
4.2.	Identificación de indicadores de consumo energético que permitan evaluar la funcionalidad de máquinas y equipos en las áreas de elaboración y producción de bebidas. 20	
4.2.1.	Identificación del indicador de consumo de energía térmica.....	24
4.2.2.	Identificación del indicador de consumo de energía eléctrica.	25
4.2.3.	Identificación del indicador de consumo de agua.....	25
4.3.	Delimitación de las áreas de servicios, elaboración y producción con un mayor impacto de consumo energético en la planta de bebidas.	26
4.4.	Comparación del consumo real de energía existente con datos teóricos para determinar cuáles máquinas y equipos presentan bajos niveles de eficiencia energética en el área seleccionada.	27

4.5.	Revisión general de la operación de máquinas y equipos en el área seleccionada para identificar oportunidades de mejora.	28
4.5.1.	Área de estudio.....	29
4.6.	Identificación de oportunidades de mejora de uso eficiente para máquinas y equipos con un mayor impacto de consumo energético para el área seleccionada.	35
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1.	Indicadores de consumo energético en las áreas de servicios, elaboración y producción de bebidas.	36
5.1.1.	Indicador de consumo de energía térmica.....	36
5.1.2.	Indicador de consumo de energía eléctrica.	38
5.1.3.	Indicador de consumo de agua.	40
5.1.4.	Medidores en los sitios de interés para la identificación de indicadores energéticos.	41
5.1.5.	Oportunidades de mejora en la toma de datos para los registros, métodos de medición y el control de registros de la información en estudio.	46
5.2.	Área de servicios, elaboración y producción con un mayor impacto de consumo energético.	47
5.2.1.	Despliegue del consumo de energía térmica.....	48
5.2.2.	Despliegue del consumo de energía eléctrica.	51
5.2.3.	Despliegue del consumo de agua.	54
5.2.4.	Alcance del objetivo para el estudio	57
5.3.	Máquinas y equipos que presentan alto consumo energético en el área de envasado.	58
5.3.1.	Despliegues del consumo de energía térmica de las diferentes máquinas y equipos en el área de envasado.	59
5.3.2.	Despliegues del consumo de energía eléctrica de las diferentes máquinas y equipos en el área de envasado.	62

5.3.3.	Despliegues de consumo de agua de las diferentes máquinas y equipos en el área de envasado.	65
5.3.4.	Alcance del objetivo para el estudio.	68
5.4.	Oportunidades de mejora de uso eficiente en la operación de máquinas y equipos con un mayor impacto de consumo energético en el área de envasado.....	69
5.4.1.	Lavadoras de botellas del área de envasado.....	70
5.4.2.	Lavadoras de cajas del área de envasado.	73
5.4.3.	Llenadoras de botellas del área de Envasado.	74
5.4.4.	Pasteurizadores del área de envasado.	81
6.	CONCLUSIONES.....	84
7.	RECOMENDACIONES.....	86
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	88
	APÉNDICES	91
	APÉNDICE 1: INDICADORES MENSUALES DE ENERGÍA TÉRMICA	92
	APÉNDICE 2: INDICADORES MENSUALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA	94
	APÉNDICE 3: INDICADORES MENSUALES DE AGUA	95
	APÉNDICE 4: CHECK LIST DE CONDICIONES ENERGÉTICAS DE LAS ÁREAS.....	96

LISTA DE CUADROS

Cuadro 5.1. Despliegue general del consumo de energía térmica.	49
Cuadro 5.2. Despliegue por áreas del consumo de energía térmica.	49
Cuadro 5.3. Despliegue general del consumo de energía eléctrica	52
Cuadro 5.4. Despliegue por áreas del consumo de energía eléctrica	52
Cuadro 5.5. Despliegue general del consumo de agua.	55
Cuadro 5.6. Despliegue por áreas del consumo de agua.	55
Cuadro 5.7. Despliegue del área de envasado para el consumo de energía térmica.	60
Cuadro 5.8. Consumo de energía térmica en líneas de envasado que cuentan con pasteurizador	60
Cuadro 5.9. Despliegues del área de envasado para el consumo de energía eléctrica.	63
Cuadro 5.10. Despliegue del área de envasado para el consumo de agua.....	66
Cuadro 5.11. Consumo de agua en líneas de envasado que cuentan con lavadora de botellas..	66
Cuadro 5.12. Consumo de agua en líneas de envasado que cuentan con pasteurizador..	66
Cuadro 5.13. Revisión general de las lavadoras de botellas del área de envasado.	70
Cuadro 5.14. Revisión general de las lavadoras de cajas del área de envasado.	73
Cuadro 5.15. Revisión general de las llenadoras de botellas del área de envasado.	74
Cuadro 5.16. Revisión general de los pasteurizadores del área de envasado.	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Composición de la oferta energética mundial para el año 2015.	3
Figura 3.2. Tendencias en el consumo de energía primaria en el mundo.....	4
Figura 3.3. Generación Histórica por fuente en Costa Rica, 1981-2015.....	5
Figura 3.4. Producción de energía 2015 en Costa Rica.....	6
Figura 3.5. Costa Rica: evolución de la generación eléctrica por fuente 1989-2014.....	7
Figura 3.6. Consumo de energía final por sector en Costa Rica.	8
Figura 3.7. Consumo por sector y fuente energética en Costa Rica.....	9
Figura 3.8. Demanda histórica de generación eléctrica en Costa Rica.....	10
Figura 3.9. Demanda promedio día laboral en Costa Rica.....	11
Figura 3.10. Tipo de energía utilizado en el sector industrial en el mundo.....	12
Figura 3.11. Centroamérica: tarifas vigentes a consumos de varios sectores, 2014.....	12
Figura 3.12. Precios del KWh por sector industrial, 1995-2012.....	13
Figura 3.13. Costa Rica: composición de costos del sector industrial, 1991-2014.....	14
Figura 3.14. Costa Rica: evolución del peso porcentual de la facturación eléctrica en los costos de la producción industrial, 1991-2014.....	15
Figura 3.15. Costa Rica: Peso porcentual de la electricidad en el valor de la producción para productos industriales.....	16
Figura 3.16. Proceso de elaboración de la cerveza.....	17
Figura 4.1. Pirámide detallada de indicadores del sector industrial.	21
Figura 4.2. Fases de un auditoría energética.	22
Figura 4.3. Sube-botellas de una lavadora de botellas.	29
Figura 4.4. Toberas rotantes de una lavadora de botellas.....	30
Figura 4.5. Dedos baja botellas de una lavadora de botellas.....	31
Figura 4.6. Llenado de botellas.	32
Figura 4.7. Lavado de cajas dentro de la lavadora.	33
Figura 4.8. Pasteurizador de túnel.	34
Figura 5.1. Diagrama de red de medidores de variables eléctricas para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.....	43
Figura 5.2. Diagrama de red de medidores de vapor y búnker para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.....	44

Figura 5.3. Diagrama de red de medidores de agua para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.	45
Figura 5.4. Despliegue por áreas del consumo de energía térmica.	50
Figura 5.5. Valor GAP por áreas del consumo de energía térmica.	51
Figura 5.6. Despliegue por áreas del consumo de energía eléctrica.	53
Figura 5.7. Valor GAP por áreas del consumo de energía eléctrica.	54
Figura 5.8. Despliegue por áreas del consumo de agua.	56
Figura 5.9. Valor GAP por áreas del consumo de agua.	57
Figura 5.10. Indicador de energía térmica del área de envasado comparado con la meta para el año fiscal 2016.	59
Figura 5.11. Consumo específico de energía térmica del área de envasado para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.	61
Figura 5.12. Indicador de energía eléctrica del área de envasado comparado con la meta para el año fiscal 2016.	62
Figura 5.13. Consumo específico de energía eléctrica del área de envasado para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.	64
Figura 5.14. Indicador de consumo agua del área de envasado comparado con la meta para el año fiscal 2016.	65
Figura 5.15. Consumo específico de agua del área de envasado para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.	67
Figura 5.16. Consumo específico de agua por máquina para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.	68

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

AEE	Agencia Extremeña de la Energía.
BCCR	Banco Central de Costa Rica.
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y Caribe.
CIP	Cleaning in Place.
FIFCO	Florida Ice and Farm Company.
GAP	General Accountancy Practice.
HAAD	Heineken Acronyms & Abbreviations Dictionary.
HL	Hectolitro.
HLp	Hectolitro producido..
IEA	International Energy Agency.
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad.
IR	Infrarojo.
J	Joule.
kW	Kilowatts.
kWh	Kilowatts hora.
LILA	Limpieza, Inspección, Lubricación y Ajuste.
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía.
MJ	Megajoules.

MW	Megawatts.
OPI	Operational Performance Improvement.
OPL	One Point Lesson.
PHE	Power House Energy.
SCADA	Supervisory, Control and Data Acquisition.
SGEn	Sistema de gestión de la energía.
UBM	Utility Bench Marketing.
UCMS	Utility Consumption Measuring System.
W	Watt.
YTD	Year to Date.

RESUMEN

La matriz energética costarricense ha evidenciado serios problemas de sostenibilidad en las últimas décadas. Si bien se registran avances en cuanto a la eficiencia en el uso de la energía, aún hay mucho camino por recorrer para mejorar esa tendencia (Estado de la Nación, 2011).

De acuerdo con el Balance Energético Nacional, el sector industrial es el responsable del 23% del consumo total de energía del país y uno de los sectores que más contribuye con este consumo es el de la producción de bebidas (MINAE, 2015). Este tipo de industria consume gran cantidad de energía y la empresa Florida Ice & Farm es una de las que cuenta con mayor participación concentrada, principalmente, en la elaboración de cervezas y bebidas (FIFCO, 2013).

El objetivo general de esta investigación incluye elaborar propuestas de gestión de consumo energético en las áreas de mayor consumo en los procesos de elaboración y producción de bebidas, a partir de indicadores de consumo energético por medio de la revisión de registros diarios de consumo de agua, energía eléctrica, energía térmica. Se incluyen visitas con el fin de obtener observaciones en sitio mediante lista de chequeo para identificar la operación eficiente en el uso de máquinas y equipos por parte de las/los operarios.

Como resultado final se proponen cuadros con oportunidades de mejora en el uso eficiente para máquinas y equipos para las áreas de elaboración y producción con un mayor impacto de consumo de energético y consumo de agua.

Palabras Clave: *Gestión energética, indicadores de consumo energético, matriz energética.*

ABSTRACT

Costa Rica's energy matrix has shown serious problems of sustainability in recent decades. While progress has been made regarding the efficient use of energy, there is still a long way to go to improve this trend (State of the Nation, 2011).

According to the National Energy Balance, the industrial sector is responsible for 23% of the country's total energy consumption and one of the sectors that contributes most to this consumption is the production of beverages (MINAE, 2015). This type of industry consumes a lot of energy and Florida Ice & Farm is one of the companies with the highest concentration of beer and beverages (FIFCO, 2013).

The overall objective of this research includes the development of proposals for energy management in high consumption areas including preparation and beverage production processes by energy consumption indicators. The objective will be achieved by reviewing daily records of consumption of water, electricity and thermal energy. In addition, observations on site were carried out in order to get information and identify efficient operation in the use of machinery and equipment by operators.

As a result, tables are presented with opportunities for improvement in the efficient use of machines and equipment for preparation and production areas with a greater impact on energy and water consumption.

Keywords: *energy management, energy consumption indicators, energy matrix.*

1. INTRODUCCIÓN

Costa Rica ha evidenciado serios problemas de sostenibilidad en las últimas décadas. Si bien se registran avances en cuanto a la eficiencia en el uso de la energía, aún hay mucho camino por recorrer para mejorar esa tendencia (Estado de la Nación, 2011).

Un sector que contribuye al desarrollo del país es el de la producción de bebidas y dentro de este sector sobresale la industria cervecera que consume gran cantidad de energía.

Actualmente, la Cervecería de Costa Rica cuenta con un sistema de control de consumo de energía, sin embargo, este control no se ha utilizado para establecer un plan de acción para máquinas y equipos que contemple propuestas concretas que permitan lograr un uso más eficiente de la energía en las diversas áreas de elaboración y producción de bebidas.

Una gestión energética involucra la administración de la energía, la cual tiene como objetivo lograr la máxima reducción de los consumos energéticos, con la tecnología de producción actual de la compañía y posteriormente realizar los cambios a tecnologías eficientes en la medida de que estos sean rentables de acuerdo a las expectativas financieras de la empresa (Chanto, 2010).

El objetivo general de esta investigación incluye elaborar propuestas de gestión de consumo energético en las áreas de mayor consumo en los procesos de elaboración y producción de bebidas, las cuales se plantean después de establecer indicadores de consumo energético a partir de los registros diarios de consumo de agua, energía eléctrica, térmica, y por medio de visitas con el fin de verificar la operación eficiente en el uso de máquinas y equipos por parte de las/los operarios.

Como resultado final se elaboró cuadros con oportunidades de mejora en el uso eficiente para máquinas y equipos para las áreas de elaboración y producción con un mayor impacto de consumo de energético y consumo de agua.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1.1. Objetivo General

Elaborar propuestas de gestión de consumo energético en las áreas de mayor consumo en los procesos de elaboración y producción de bebidas.

2.1.2. Objetivos específicos

- Identificar indicadores de consumo energético que permitan evaluar la funcionalidad de máquinas y equipos de las áreas de elaboración y producción de bebidas.
- Delimitar cuáles son las áreas de servicios, elaboración y producción con mayor impacto de consumo de energético en la planta de bebidas.
- Comparar el consumo real de energía con datos teóricos para determinar cuáles máquinas y equipos presentan bajos niveles de eficiencia energética en el área de mayor consumo energético.
- Concretar oportunidades de mejora de uso eficiente para máquinas y equipos con un mayor impacto de consumo de energético en el área de mayor consumo energético.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Situación energética mundial.

Se consideran como fuentes de energía primaria a las se obtienen directamente de la naturaleza. (Vallejos, 2008). El consumo mundial de energía primaria aumentó solamente un 0,9% para el año 2014, de forma que se evidencia una desaceleración posterior al año 2013, donde el promedio registrado fue de 2,1% entre los años 2003 y 2013. El crecimiento fue significativamente inferior al promedio de 10 años en Asia Pacífico, Europa y Eurasia, y en el Sur y Centro América. El petróleo se mantuvo como el combustible más importante del mundo, con un 32,6% del consumo mundial de energía, pero perdió cuota de mercado para el décimo quinto año consecutivo (BP, 2015).

En la figura 3.1 se muestra el panorama de la composición energética mundial para el año 2015, donde se puede observar cómo el petróleo se mantiene como el combustible más importante en el mundo en la generación de energía (BP Statistical Review of World Energy, 2016).

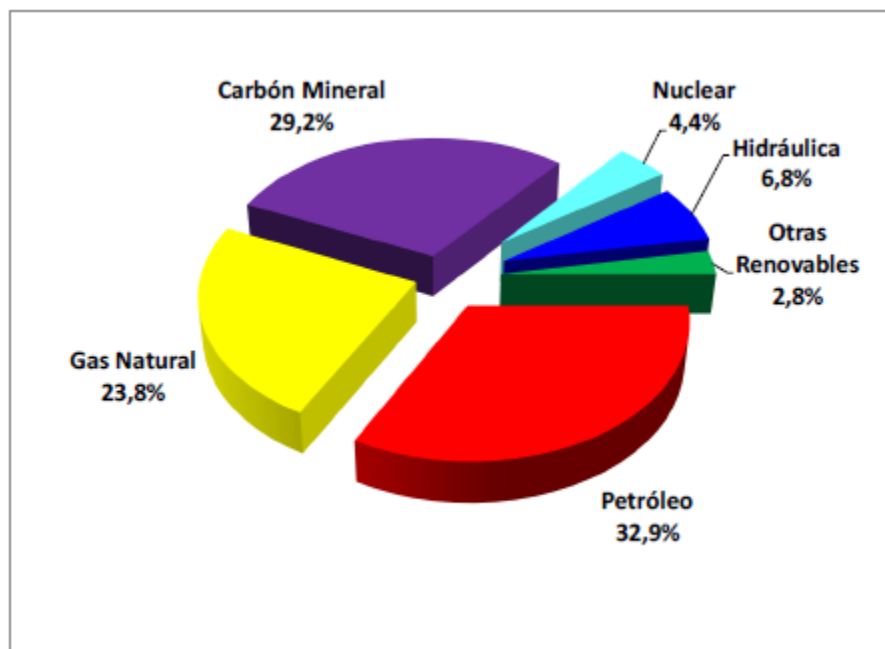


Figura 3. 1: Composición de la oferta energética mundial para el año 2015.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, June 2016.

En la figura 3.2 se puede observar la tendencia de combustibles fósiles como el carbón mineral, el gas natural y el petróleo como las principales fuentes de energía en el mundo. En el caso de las energías renovables han tenido un crecimiento importante en los últimos 15 años. Con respecto al consumo de energía nuclear, esta ha disminuido considerablemente debido a los riesgos que presenta el desarrollo de esta energía además de los incidentes registrados con este tipo de energía en los últimos años (BP Statistical Review of World Energy, 2016).

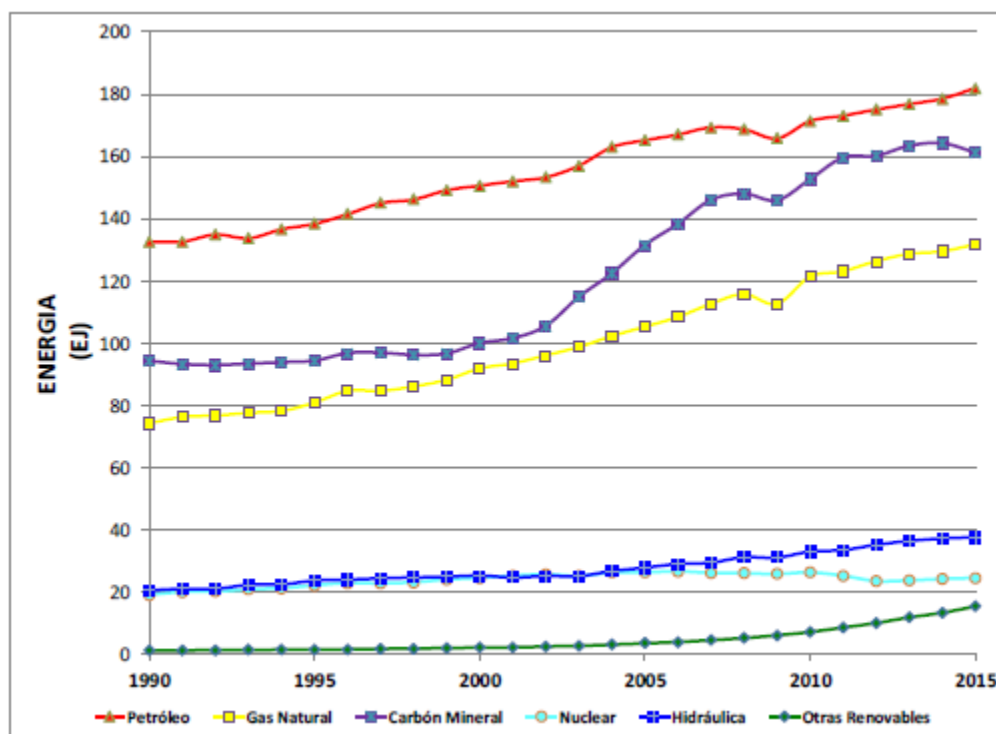


Figura 3. 2: Tendencias en el consumo de energía primaria en el mundo.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy, June 2016.

3.2. Situación energética en Costa Rica.

En Costa Rica se utilizan diversas fuentes para generación energética, la figura 3.3 muestra el porcentaje histórico de uso de las diferentes fuentes para generación de energía en Costa Rica. Se observa como durante los primeros años de la década de los 80, luego de la construcción del complejo Arenal, prácticamente no se utilizó generación térmica. Posteriormente, su uso se incrementó en el año 1994, debido en parte a una fuerte

sequía. En la década comprendida entre 1996 y 2006, gracias a la contribución de la energía geotérmica y a la introducción de la energía eólica, así como a la ocurrencia de condiciones hidrológicas favorables, la generación térmica fue mínima. Los últimos años se han caracterizado por una baja aportación de caudales, que ha obligado a incrementar la participación de la generación térmica. (ICE, 2014).

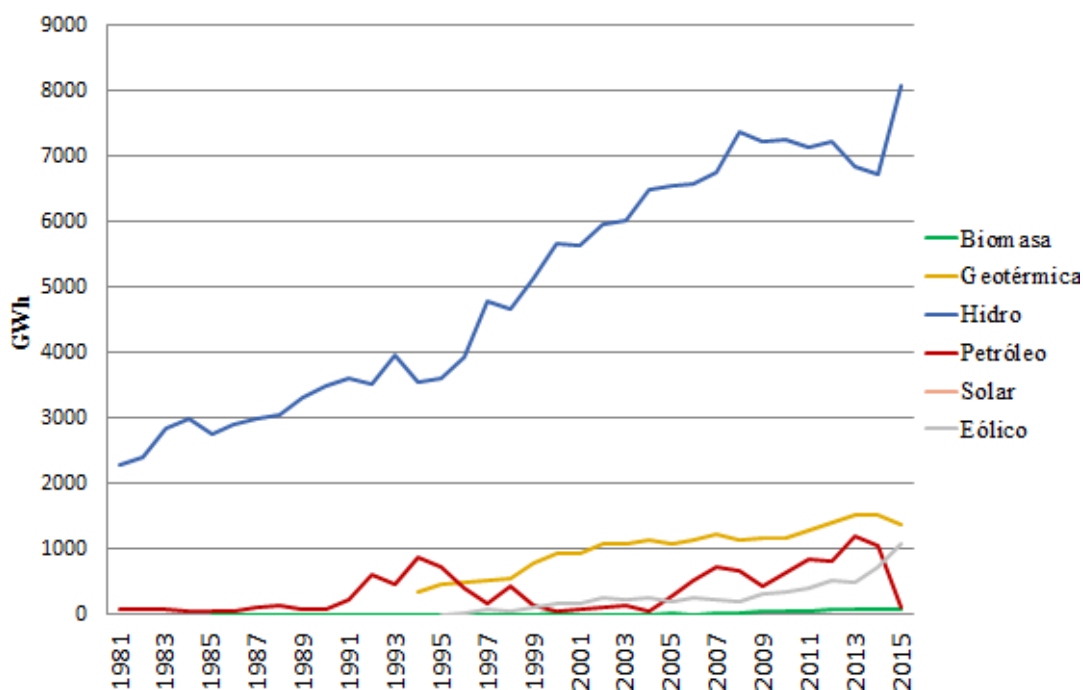


Figura 3. 3: Generación Histórica por fuente en Costa Rica, 1981-2015.

Fuente: CEPAL, ICE, 2014.

3.2.1. La matriz de generación eléctrica en Costa Rica.

Como expone el Ministerio de Ambiente y Energía (2015) la matriz de generación de eléctrica es el término que se ha empleado para referirse a la estructura de participación de las diferentes fuentes de energía utilizadas para la producción de electricidad. En el caso de Costa Rica, estas fuentes son tomadas en su mayoría de recursos naturales renovables, que son transformados en electricidad mediante los diferentes tipos de centrales que operan en el país.

En la figura 3.4 se presenta la producción de energía del 2015. En el que se puede observar que en Costa Rica un 75,44 % corresponde a plantas hidroeléctricas, un 1,79% a plantas térmicas, un 12,42% a plantas geotérmicas, un 10,64% a plantas eólicas y un 0,70% a biomasa y solar (MINAE, 2015).

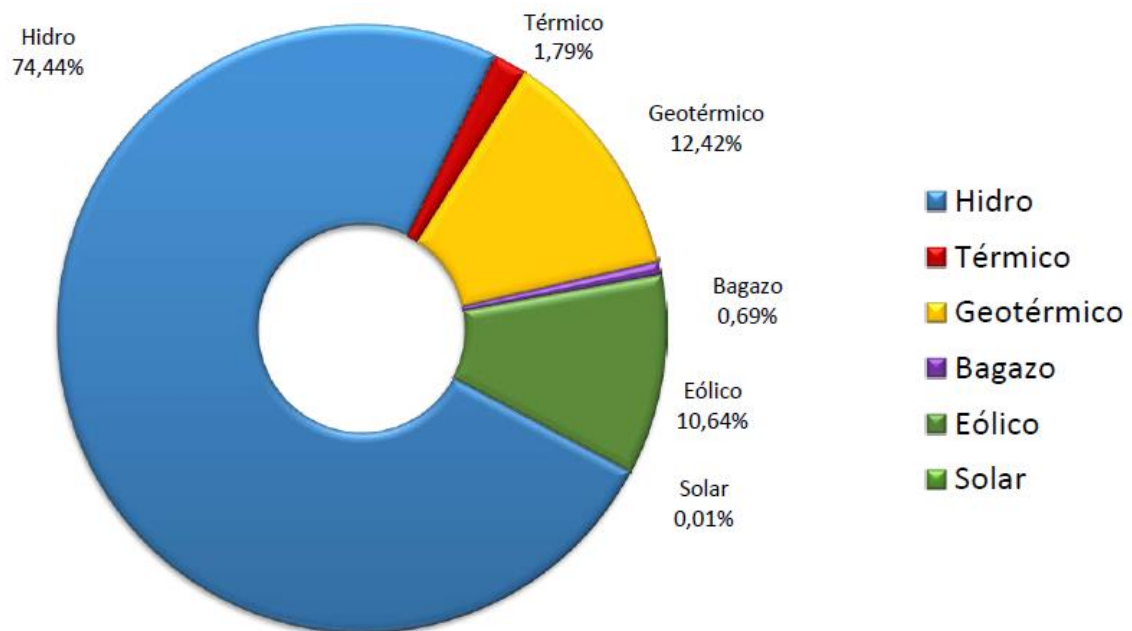


Figura 3. 4: Producción de energía 2016 en Costa Rica.

Fuente: MINAE, 2016.

Uno de los logros de Costa Rica más reconocidos a nivel mundial es el alto nivel de energía renovable utilizado para la generación eléctrica que se ha mantenido a lo largo de su historia, como se puede observar en la figura 3.5 de acuerdo a la Dirección Sectorial de Energía con datos de generación eléctrica por fuente de los balances energéticos nacionales 1989-2014 (MINAE, 2015).

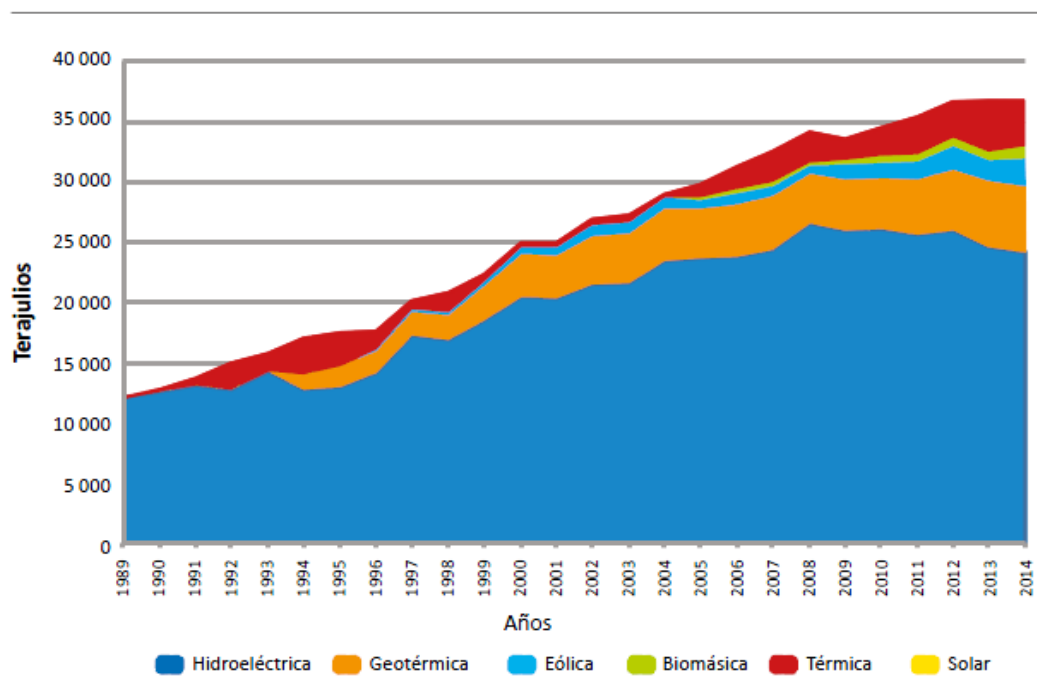


Figura 3. 5: Costa Rica: evolución de la generación eléctrica por fuente 1989-2014.

Fuente: MINAE, 2015.

3.2.2. Consumo Eléctrico Nacional.

Actualmente Costa Rica tiene una cobertura nacional del 99% de suministro de electricidad (ICE, 2017).

La generación de electricidad en Costa Rica la realizan siete empresas de servicio público y 30 generadores privados. El sistema eléctrico a diciembre del 2016 tenía una capacidad instalada efectiva (potencia máxima continua que la planta puede contribuir) de 3 466 MW, de los cuales un 67.15% corresponde a plantas hidroeléctricas, un 16.49% a plantas térmicas, un 5.97% a plantas geotérmicas, un 9.21% a plantas eólicas y un 1.15% a biomasa (ICE, 2017).

La electricidad suple cerca de la quinta parte de las necesidades finales de energía del país. De los 164 000 terajulios (TJ) que consumió el país en el año 2011, el 19% fue

cubierto con electricidad, mientras que los combustibles fósiles se usaron para suplir el 55% de la demanda final de energía (ICE, 2014).

El sector que consume más energía es el de transporte, que demanda el 44% de la energía total, seguido por el industrial con una demanda de 29% y el residencial con una demanda de 16% (ICE, 2014). En la figura 3.6 se muestra la distribución del consumo eléctrico relativo a cada sector.

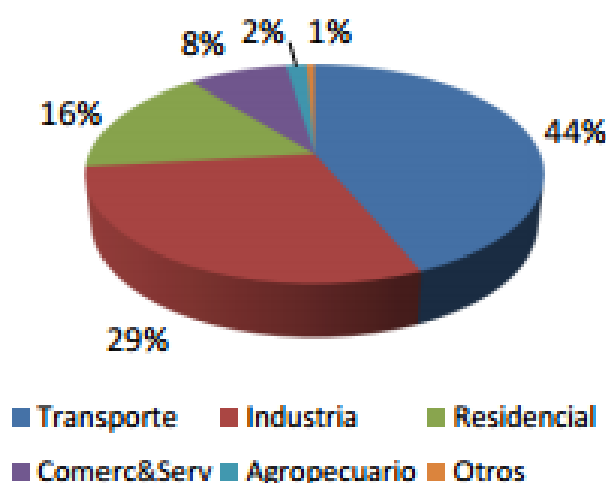


Figura 3. 6: Consumo de energía final por sector en Costa Rica.

Fuente: ICE, 2014.

Como puede observarse en la figura 3.7 el sector transporte depende en un 100% de los hidrocarburos. El sector industrial también usa intensivamente los combustibles fósiles, que cubren el 26% de sus necesidades. El 52% de la energía consumida por el sector industria proviene de residuos vegetales o biomásicos, este porcentaje corresponde al consumo de la agroindustria alimenticia que está contenida dentro del sector industrial (MINAE, 2014).

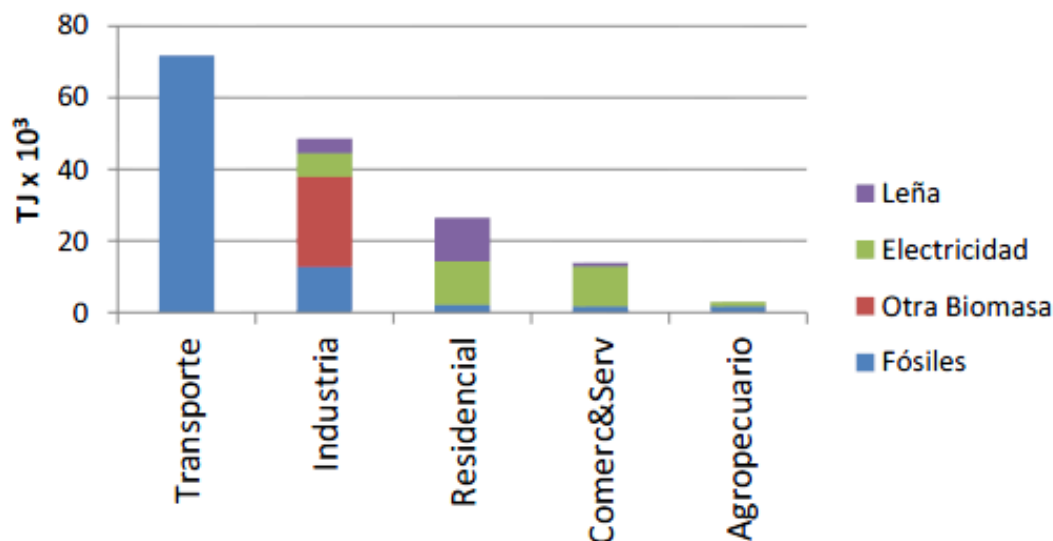


Figura 3. 7: Consumo por sector y fuente energética en Costa Rica.

Fuente: ICE, 2014.

En el sector industrial la electricidad suple el 13% de la energía requerida, principalmente para fuerza motriz e iluminación, mientras que los hidrocarburos se usan para la generación de calor y vapor (ICE, 2014).

Otro aspecto a ser considerado es el incremento en la demanda eléctrica, desde 1990 hasta 2006, la demanda eléctrica creció a un ritmo anual promedio del 5.5%. A partir del 2007 la tasa de crecimiento se redujo y llegó a ser negativa en el 2009, producto de la desaceleración económica del país debido a los efectos de la crisis económica mundial presentada en el año 2008. Al 2012 persisten estas condiciones deprimidas de crecimiento, como se ilustra en la figura 3.8. El crecimiento de la demanda de energía del año 2016 fue de un 3.06%, con respecto al año 2015 (ICE, 2017).



Figura 3. 8: Demanda histórica de generación eléctrica en Costa Rica.

Fuente: ICE, 2017.

Además, es importante mencionar el comportamiento horario de la demanda eléctrica agregada de todo el país, la cual tiene un patrón horario muy marcado (ICE, 2014).

Las curvas de carga horarias también tienen un patrón semanal, donde los días laborales de lunes a viernes presentan una demanda mayor que los sábados y domingos. Durante la mañana la demanda va creciendo hasta alcanzar un primer pico cerca del mediodía, seguido de un segundo pico más fuerte al anochecer, separados por un altiplano que cada año tiende a elevarse. En la figura 3.9 se presenta la curva para días laborables del 2012 y se compara con curvas de años anteriores (ICE, 2014).

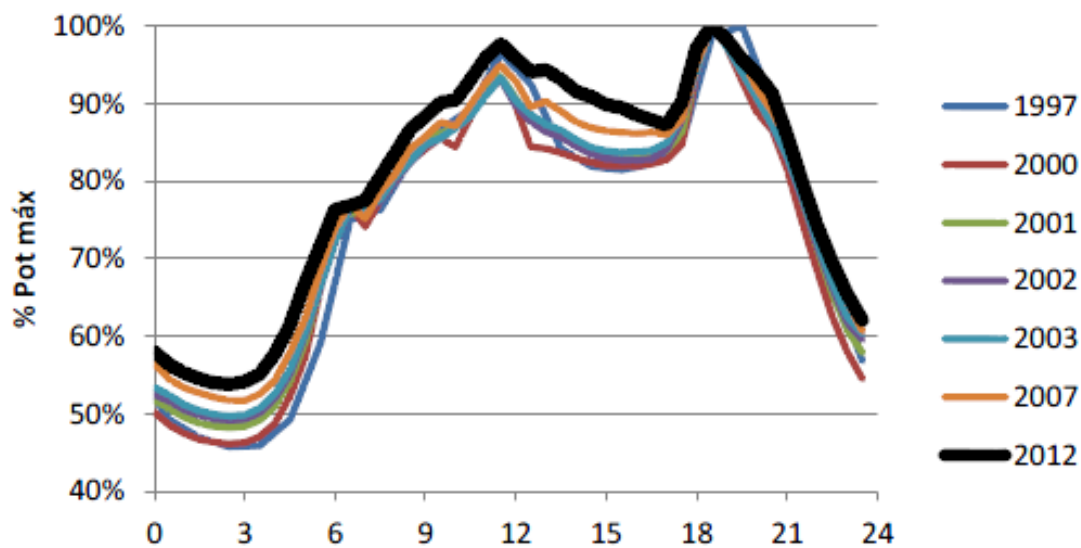


Figura 3. 9: Potencia máxima en un día laboral en Costa Rica.

Fuente: ICE, 2014.

3.3. Sector industrial.

3.3.1. El sector industrial en el mundo.

En el mundo, se utilizan diferentes tipos de energía en el sector industrial, en donde un 8% es proporcionado por energías renovables, 29% por petróleo, 23% por gas natural, 26% por carbón mineral y 15% por electricidad. En la siguiente figura 3.10 se puede observar el tipo de energía utilizado en el sector industrial en el mundo (International Energy Outlook, 2013).

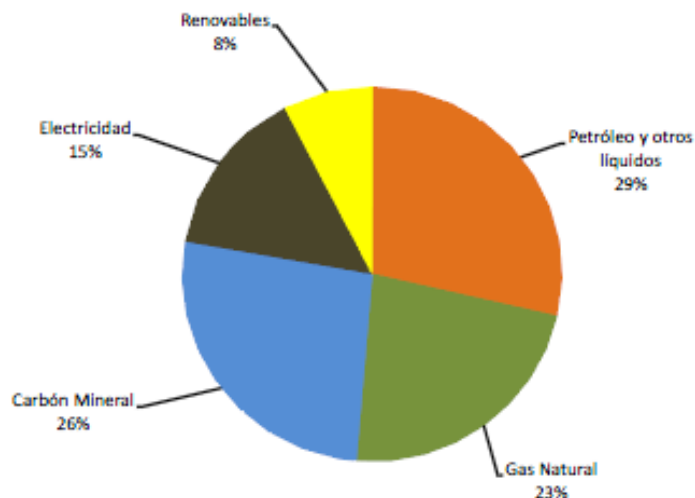


Figura 3. 10: Tipo de energía utilizado en el sector industrial en el mundo.

Fuente: EIA International Energy Outlook, 2013.

En comparación con otros países de la región centroamericana, Costa Rica muestra precios de la electricidad que se ubican entre los más bajos o en los valores intermedios dependiendo del sector, como se puede apreciar en la figura 3.11 (CEPAL, 2014).

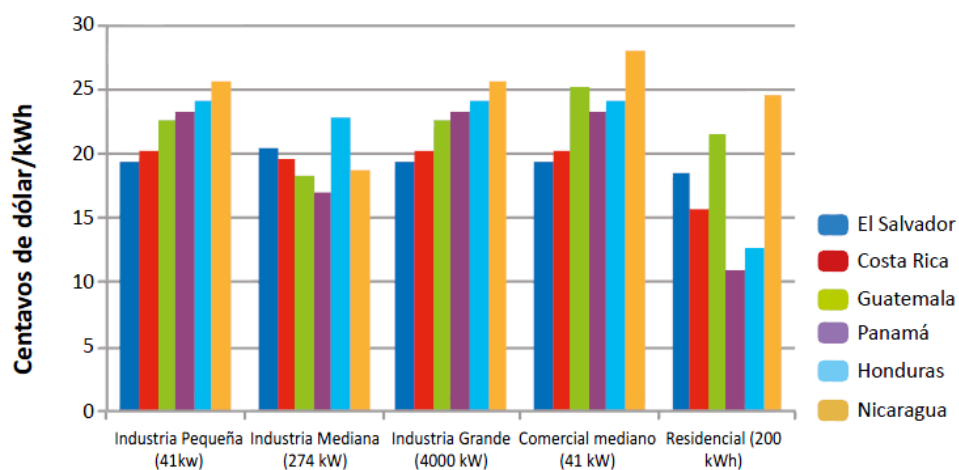


Figura 3. 11: Centroamérica: tarifas vigentes a consumos de varios sectores, 2014.

Fuente: Centroamérica: estadísticas del Subsector Eléctrico (CEPAL), 2014.

Lo anterior también se puede evidenciar en la figura 3.12 donde se grafican los precios de la energía del sector industrial publicados por la CEPAL, para el período 1995 – 2011, expresados en dólares corrientes. Se puede observar que Costa Rica tiene los precios de sector industrial de consumo más bajos con comparación a países como Honduras, Nicaragua y Panamá.

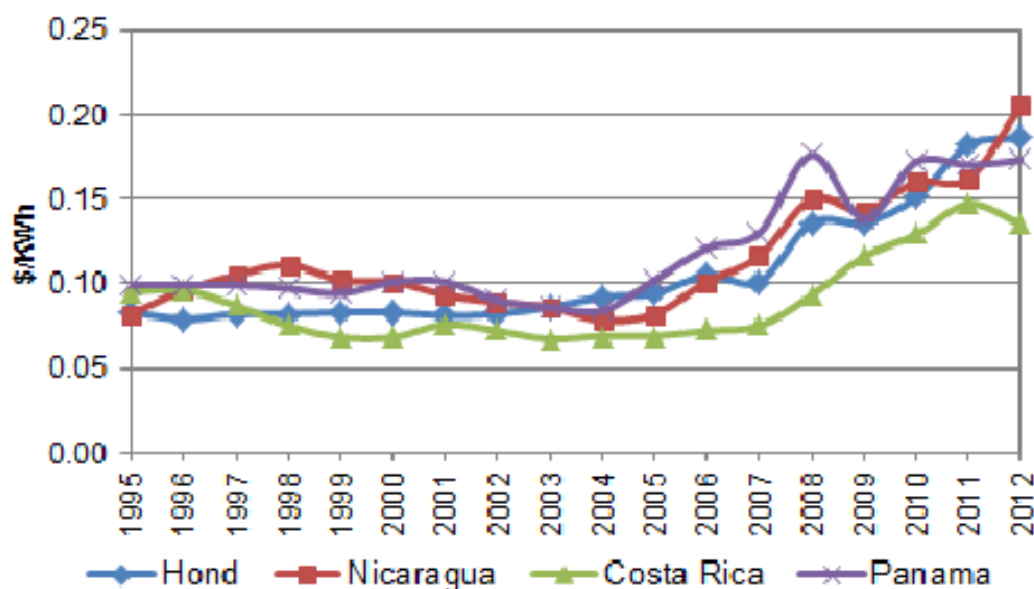


Figura 3. 12: Precios del KWh por sector industrial, 1995-2012.

Fuente: CEPAL, Estadísticas del Subsector Eléctrico 2014.

3.3.2. El sector industrial en Costa Rica.

El sector industrial en Costa Rica ha presentado una evolución de la producción industrial, según sus componentes, donde se ha separado el costo de la facturación eléctrica a ese sector. En la figura 3.13 se puede observar la evolución de la producción industrial a precios básicos según sus componentes para el periodo 1991-2014. Este estudio fue elaborado a partir de cifras de cuentas nacionales 1991-2014 a precios corrientes del BCCR (Banco Central de Costa Rica) y datos de ventas y precios promedio proporcionados por parte de la Dirección de Planificación Financiera, Gerencia de Finanzas del ICE (MINAE, 2015).

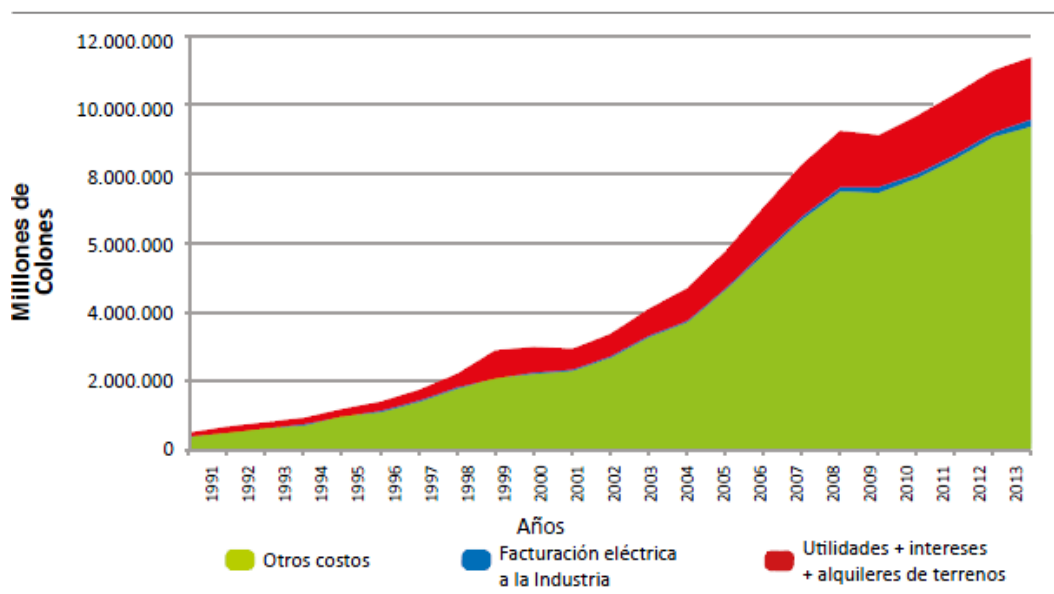


Figura 3. 13: Costa Rica: composición de costos del sector industrial, 1991-2014.

Fuente: MINAE, 2015.

Además, en la figura 3.14 se presenta la evolución del peso porcentual de la facturación eléctrica en los costos de la producción industrial, en el cual se aprecia que históricamente el peso de la electricidad ha representado en promedio un 1,7 % de tales costos. En 1995 esa variable alcanzó el máximo histórico del periodo (1991-2014) con un 2,2 %, para luego caer a 1,4 % en 1999. Posterior a esa fecha muestra algunas oscilaciones hasta llegar a su mínimo histórico en el 2007 (1,37 %), tras lo cual se produjo un alza repentina hasta llegar a 1,8 % en el 2009. Después de un periodo de oscilación se ubicó en el 2013 en 1,9 %. Este estudio fue Elaborado a partir de cifras de cuentas nacionales 1991-2014 a precios corrientes del BCCR (Banco Central de Costa Rica) y datos de ventas y precios promedio proporcionados por parte de la Dirección de Planificación Financiera, Gerencia de Finanzas del ICE (MINAE, 2015).

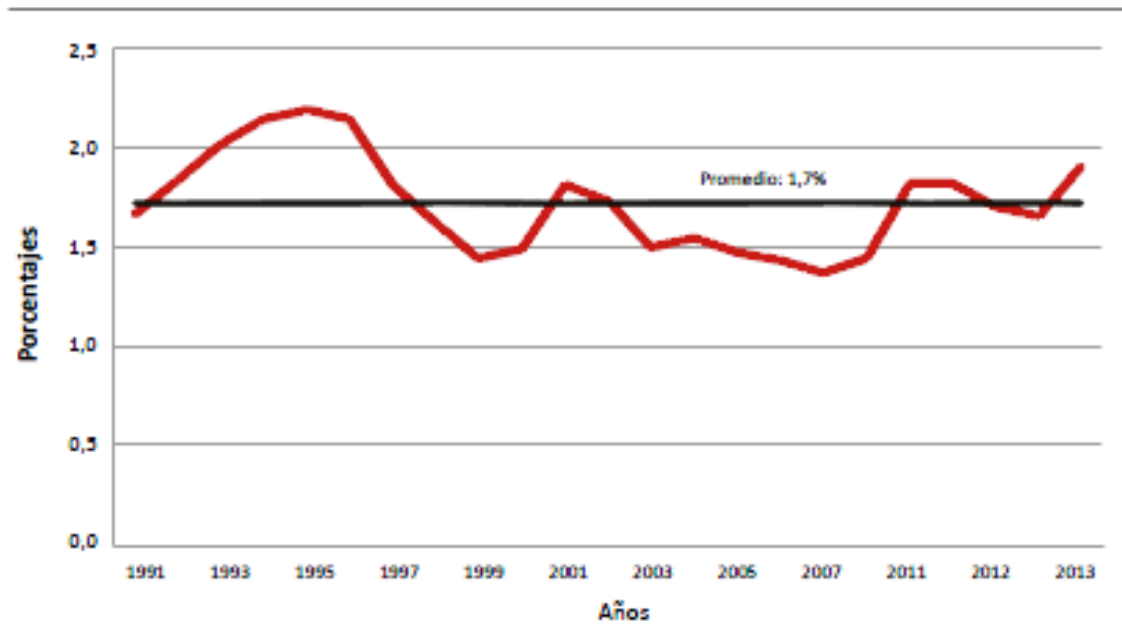


Figura 3. 14: Costa Rica: evolución del peso porcentual de la facturación eléctrica en los costos de la producción industrial, 1991-2014.

Fuente: MINAE, 2015.

Seguidamente en la figura 3.15 se presenta el peso porcentual de la electricidad en el valor de la producción según los tipos de productos industriales en el país, obtenido a partir de la matriz insumo-producto elaborada por el Banco Central para el 2011 (Banco Central de Costa Rica, 2011). Como se aprecia en dicha figura ese peso varía entre 0,2 % y 4,6 % dependiendo del producto que se trate, ubicándose el promedio ponderado de este porcentaje en 1,4 %. El peso de la electricidad en la producción varía considerablemente según el sector productivo. Este estudio se elaboró a partir de la Matriz Insumo Producto 2011 por parte del Banco Central de Costa Rica (MINAE, 2015).

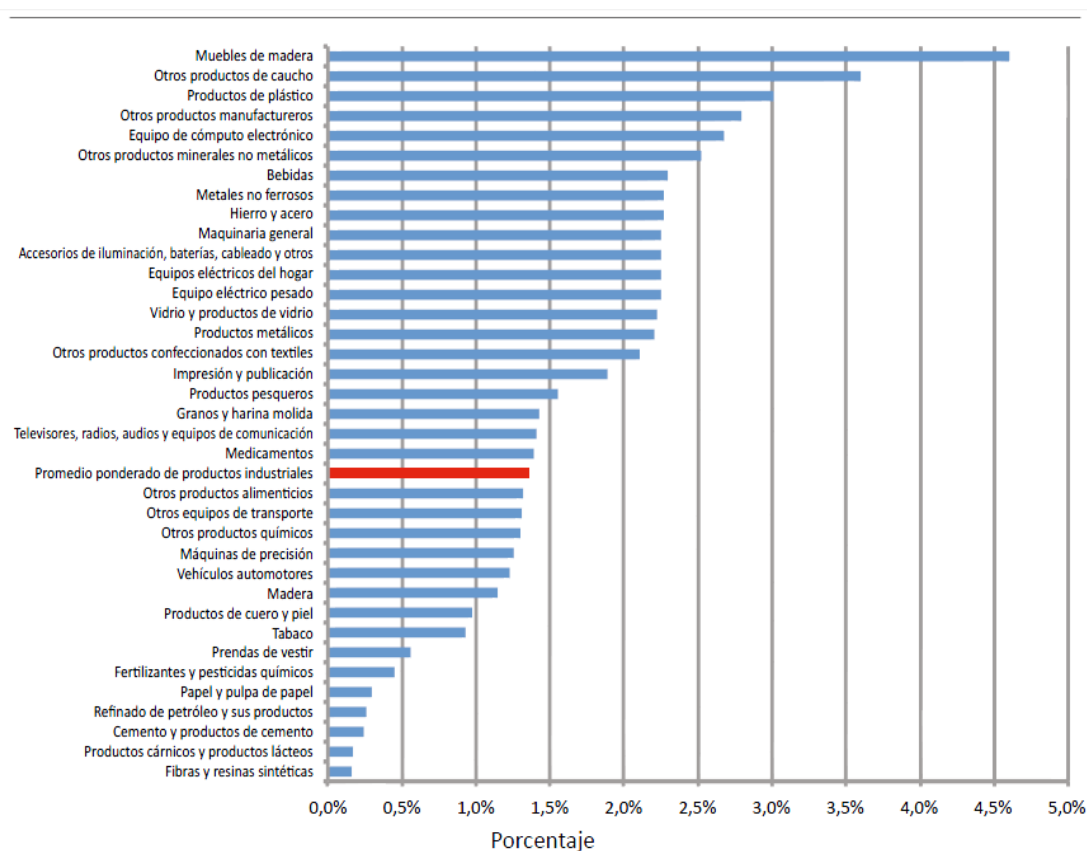


Figura 3. 15: Costa Rica: Peso porcentual de la electricidad en el valor de la producción para productos industriales.

Fuente: MINAE, 2015.

En la figura anterior se puede observar que la producción de bebidas se posiciona en el lugar número 7 entre los productos industriales que tienen un mayor consumo de electricidad.

3.3.3. Consumo energético en la industria de bebidas alcohólicas.

La energía es uno de los factores determinantes para el crecimiento y competitividad de las empresas. Los consumos energéticos relacionados con el proceso de elaboración de la cerveza, se producen en forma de calor, agua, vapor, agua caliente y electricidad (Talla, 2015).

En las industrias del sector, el consumo de energía se reparte generalmente en 60% Energía Térmica y 40% Energía Eléctrica (Talla, 2015).

El proceso de elaboración de la cerveza consiste en: 1) Inicia el cocimiento de la malta y demás cereales en ollas de acero inoxidable. Allí ocurren los procesos de maceración, filtración y cocción, que dan como resultado un líquido dorado oscuro, de sabor dulce, llamado mosto. 2) Luego continúa un proceso de fermentación, durante la cual ocurren una serie de cambios bioquímicos en el mosto: los azúcares se convierten en alcohol y se genera gas carbónico. 3) La siguiente etapa es la maduración: la cerveza debe permanecer en absoluto reposo a muy baja temperatura. 4) La filtración es la última etapa del proceso cervecero, mediante la cual la cerveza adquiere su brillo, transparencia y sabor que la caracteriza. 5) Finalmente, la cerveza es envasada, ya sea en botella de vidrio o lata de aluminio (FIFCO, 2013).

La fase en la que se da mayor consumo de energía térmica es en la preparación de mosto, mientras que el mayor consumo de energía eléctrica se produce en el área de servicios industriales. La capacidad de producción de una fábrica de la industria cervecera influye mucho en el consumo de energía (Talla, 2015). En la figura 3.16 se puede observar el proceso de elaboración de la cerveza.



Figura 3. 16: Proceso de elaboración de la cerveza.

Fuente: Talla, 2015.

3.3.4. Gestión energética en la industria de bebidas alcohólicas.

Cómo se mencionó anteriormente la producción de bebidas es uno de procesos industriales que tienen un mayor consumo de energía.

La conservación de la energía y la eficiencia energética se relacionan, pero se debe tener claro que se trata de dos conceptos distintos. La conservación de energía se obtiene cuando se reduce el consumo de energía debido a malos hábitos (disminución de desperdicios). Por otro lado, la eficiencia energética se logra cuando se reduce el consumo de energía en la elaboración de las mismas unidades productivas (consumo de energía por unidad de producto) o cuando el consumo de energía es reducido sin afectar la cantidad producida o los niveles de confort que el sistema produce (Chanto, 2010).

“La utilización de la energía por parte de los consumidores, en la forma más racional, para conseguir objetivos económicos, teniendo en cuenta los condicionamientos sociales, políticos, financieros, ambientales, entre otros” (Ministerio de Ambiente y Energía, 1994). Este tema está relacionado con el ahorro, conservación y uso eficiente de la energía, la disminución de la demanda energética sin un deterioro en el desarrollo económico, social y ambiental de la sociedad que va dirigido a todos los sectores del país (Dirección Sectorial de Energía, 2006).

En la actualidad existen normas internacionales relacionadas con la administración y gestión de energía entre las que se pueden mencionar la ISO 50 001. La Norma ISO 50 001:2011, tiene como propósito facilitar a las organizaciones los sistemas y procesos necesarios para mejorar su desempeño energético, incluyendo la eficiencia energética, el uso y el consumo de la energía. Además, la implementación de esta Norma Internacional conduce a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros impactos ambientales relacionados; así como de los costos de la energía a través de una gestión sistemática de la energía (Organización Internacional de Normalización, 2011).

Esta norma indica los requisitos de un sistema de gestión de la energía (SGEn), el cual permite a la organización desarrollar e implementar una política energética, así como establecer objetivos, metas y planes de acción que consideren los requisitos legales y toda la información relacionada con el uso de la energía. Además; el mismo permite a la organización alcanzar los compromisos establecidos para mejorar su desempeño energético (Organización Internacional de Normalización, 2011).

La gestión energética depende de una administración de la energía, la cual tiene como objetivo lograr la máxima reducción de los consumos energéticos, con la tecnología de producción actual de la compañía y posteriormente realizar los cambios a tecnologías eficientes en la medida de que estos sean rentables de acuerdo a las expectativas financieras de la empresa (Chanto, 2010).

En algunos casos la administración o gerencia del recurso energético, se basa en el monitoreo de los cambios en la tarifa mensual pertinente al consumo de energía, a controlar la variación del índice de consumo (consumo por unidad de producción) en el tiempo, a observar las oportunidades de cambios tecnológicos que puedan conducir a una disminución en el consumo energético, a detectar problemas de mantenimiento del equipo lo que conlleva a extender la vida útil de los equipos (Martínez, 2007).

Para el análisis energético existen distintos indicadores que se pueden utilizar en el proceso de búsqueda del ahorro de energía. Un indicador se define como la medida cuantitativa o cualitativa que permite identificar cambios en el tiempo y cuyo propósito es determinar el funcionamiento de un sistema, dando una alerta sobre la existencia de un problema y permitiendo tomar medidas para solucionarlo (Rojas, 2012) por lo que es un parámetro para medir eficiencia.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se incluyen las actividades que se realizaron durante la toma de datos relevantes para el estudio con el fin de elaborar guías de uso eficiente para máquinas y equipos, y un plan de sustitución de equipos.

A continuación, se describe la metodología que se utilizó para realizar el estudio.

4.1. Enfoque de investigación.

El enfoque de esta investigación es mixto, ya que implica procesos como: recolección, análisis y acoplamiento de datos tanto cualitativos como cuantitativos en el estudio. Este pretende brindar una solución para disminuir el consumo de energía térmica, energía eléctrica y agua de la empresa por medio del uso eficiente de la energía promovido por una mejor gestión energética.

4.2. Identificación de indicadores de consumo energético que permitan evaluar la funcionalidad de máquinas y equipos en las áreas de elaboración y producción de bebidas.

Según la IEA (2015) los indicadores energéticos son una herramienta importante para analizar interacciones entre la actividad económica y humana. Estos indicadores muestran a quienes formulan políticas dónde pueden efectuarse ahorros de energía. Además de proveer información sobre las tendencias respecto al consumo histórico de energía, los indicadores de eficiencia energética pueden también ser utilizados en la modelación y predicción de la demanda futura de energía.

Como se describe en la metodología de la IEA (2015) el primer factor clave para priorizar el desarrollo de indicadores es identificar indicadores agregados para entender la importancia del sector industrial en la economía, como se describe en la Figura 4.1 donde se detalla una pirámide de indicadores del sector industria. Luego, se necesita de indicadores por sub-sector

industrial para evaluar dónde y cómo se utiliza la energía, y dónde hay un mayor potencial para reducir el consumo. Deben de desarrollarse indicadores más representativos para asegurar que las políticas y las acciones tendentes a reducir el consumo energético están siendo dirigidas a las áreas donde existe potencial.

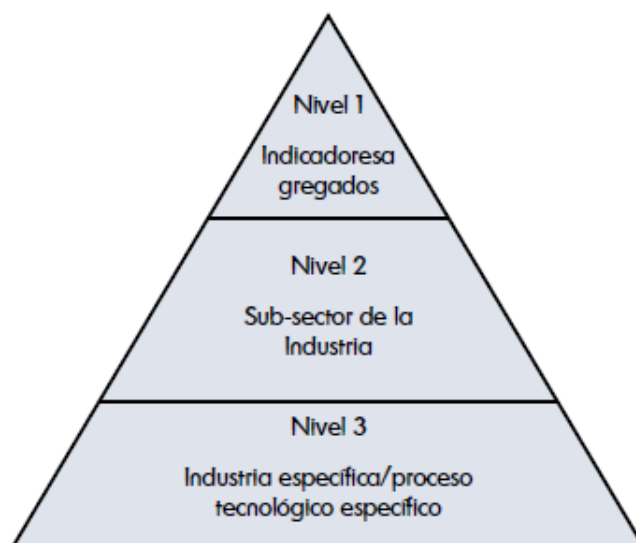


Figura 4. 1. Pirámide detallada de indicadores del sector industrial

Fuente: IEA, 2015.

Los indicadores pueden ayudar a comprender las tendencias del consumo energético en la industria y dar una visión sobre las tendencias futuras que podría seguir el sector (IEA, 2015).

Según la AEE (2014) la puesta en marcha de una gestión energética en una empresa debe ir precedida de una auditoría energética, a fin de determinar los consumos en las instalaciones, el aprovechamiento en el uso de la energía, e identificar las posibles fuentes de pérdidas.

La auditoría energética se define como un procedimiento sistemático para obtener un adecuado conocimiento del perfil de los consumos energéticos en una instalación, identificando y valorando las posibilidades de ahorro de energía desde el punto de vista técnico y económico (AEE, 2014). En particular, las auditorías permiten:

1. Conocer la situación energética actual, así como el funcionamiento y eficiencia de los equipos e instalaciones.
2. Inventariar los principales equipos e instalaciones existentes.
3. Realizar mediciones y registros de los principales parámetros eléctricos y térmicos.
4. Analizar las posibilidades de optimización del suministro de combustible, energía eléctrica y consumo de agua.
5. Analizar la posibilidad de instalar energías renovables.
6. Proponer mejoras y realizar su evaluación técnica (AEE, 2014).

Como expone la AEE (2014) el objetivo general de las auditorías se resume en analizar las necesidades energéticas de la empresa auditada, integrando a todos los equipos y sistemas que forman parte de ella, y proponer soluciones de mejora en materia de ahorro de energía y de incorporación de nuevas energías que sean viables técnica y económicamente, a continuación, en la figura 4.2 se muestran los pasos de una auditoría energética.



Figura 4. 2. Fases de una auditoría energética.

Fuente: AEE, 2015.

El primer paso para lograr un ahorro energético es conocer detalladamente la industria del proceso, los equipos consumidores de energía instalados y datos de producción. Con ello se obtienen los datos necesarios como punto de partida para realizar el resto de pasos de la auditoría energética (AEE, 2014).

Para el cumplimiento del objetivo sobre la identificación de indicadores de consumo energético se realizaron las siguientes actividades:

- Por medio de una revisión bibliográfica se analizó el proceso de producción de bebidas, así como los indicadores que afectan el proceso y la variación del consumo energético.
- Se revisaron los registros diarios, semanales y mensuales que llevan el Comité de Energía de la planta de bebidas relacionadas con el consumo de energía eléctrica, combustibles y agua.
- Se revisaron los indicadores energéticos por medio de los registros de consumo de energía eléctrica, combustibles y agua que se utiliza con respecto a la producción de bebidas.
- Se revisó el registro de lectura diario de medidores por parte los operadores tanto del consumo de energía eléctrica, y agua en los sitios de interés del estudio.
- Se identificaron oportunidades de mejora con respecto a la toma de los datos para los registros, los métodos de medición y el control de registros de la información en estudio.

Para la elaboración de estudio se tomó en cuenta la situación identificada en la planta donde la propuesta de trabajo va dirigida a buenas prácticas operacionales para uso eficiente de energías, incluyend los parámetros establecidos en el Plan de Gestión de la Energía (PGE) bajo los requisitos de la normas ISO 14001 e ISO 50001.

La planta de bebidas tiene establecido un sistema de medición para los aspectos ambientales significativos que se justifican según la norma ISO 14001. Los aspectos ambientales que necesitan seguimiento y medición, se traducen en indicadores ambientales a través de los cuales se evidencian comportamientos semanalmente o mensual. A través de este proceso, se da un seguimiento de manera más frecuente al desempeño ambiental de la organización en cuanto a los aspectos ambientales significativos. Esto permite tomar acciones más inmediatas en caso de que sea necesario.

Para la medición se realizan recorridos mensuales para llevar acabo verificaciones en sitio, las cuales consisten en establecer un perfil de cumplimiento ambiental por área de trabajo considerando los aspectos ambientales respectivos. Las áreas donde se realiza el recorrido mensual son: elaboración incluyendo cocimiento, filtros, fermentación, líneas de producción en envasado y latas; sala de máquinas y calderas.

4.2.1. Identificación del indicador de consumo de energía térmica.

Se identificaron los indicadores del consumo de energía térmica para cada una de las áreas de proceso.

Para estos registros, la empresa cuenta con medidores de tipo mecánico en áreas donde se mide la cantidad de kg de vapor producidos por las calderas y los kg de vapor consumidos en las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas.

La empresa asigna un funcionario en el área de servicios se encargue de llevar el registro diario tanto del consumo de búnker como la generación de vapor de las tres calderas con las que cuenta la empresa. Además, se le da seguimiento al consumo de vapor en las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas.

Después de obtener estos datos una persona del área de servicios se encarga de digitarlos a un archivo Excel donde se establecen los registros del consumo de vapor por área, esto

permite obtener los consumos diarios, semanales y mensuales de vapor de las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas. Luego, por medio de una conversión se establece un detalle diario por área en unidades de MJ a partir de los kg de vapor descritos anteriormente.

4.2.2. Identificación del indicador de consumo de energía eléctrica.

Se identificaron los indicadores del consumo de energía eléctrica para cada una de las áreas de proceso.

El registro mensual del consumo eléctrico de la empresa cuenta con medidores de tipo mecánico y electrónico por área, en donde se mide la cantidad de kWh que se consumen en las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas. Además la empresa establece que una persona del área de Utilidades se encargue de registrar diariamente el consumo diario de kWh.

Después de obtener estos datos, al igual que el registro térmico se asigna un funcionario del área de servicios que se encarga de digitarlos a un archivo excel donde se establecen los registros del consumo de kWh por área, esto permite obtener los consumos diarios, semanales y mensuales de energía eléctrica de las áreas de elaboración y producción de bebidas.

4.2.3. Identificación del indicador de consumo de agua

Se identificaron los indicadores de consumo de agua para cada una de las áreas de proceso.

Al igual que en los registros anteriores, para el registro mensual del consumo de agua la empresa cuenta con medidores de tipo mecánico y electrónico por área en donde se mide el volumen de agua que se consume en los diferentes equipos correspondientes a las áreas de elaboración y producción de bebidas. La empresa establece que un funcionario en el área de servicios se encargue de registrar diariamente el consumo diario de m³ de agua.

Posteriormente el funcionario se encarga de digitarlos a un archivo Excel donde se establecen los registros del consumo de agua por área. Mediante una conversión se establece un detalle diario por área en unidades de HL de agua a partir de los m³ de agua descritos anteriormente, esto permite obtener los consumos diarios, semanales y mensuales en las áreas de elaboración y producción de bebidas.

4.3. Delimitación de las áreas de servicios, elaboración y producción con un mayor impacto de consumo energético en la planta de bebidas.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron diferentes actividades que contribuyen a la delimitación de las áreas con un mayor impacto de consumo energético en estudio:

- Se participó en Comités de Energía por medio de los cuales se reunían operadores, supervisores e integrantes para conocer propuestas de mejora energética en las diferentes áreas de la empresa y analizar los indicadores energéticos de cada área.
- Se realizaron revisiones de despliegues mensuales actualizados por áreas en donde se presentan detalles de consumos de energía eléctrica, energía térmica y consumo de agua y los indicadores correspondientes al consumo energético.
- Se comparó el consumo entre las áreas en estudio con el fin de determinar cuál área tiene un mayor consumo de energía eléctrica, térmica y de agua.
- Se actualizaron los despliegues de consumos de energía eléctrica, energía térmica y consumo de agua y los indicadores correspondientes al consumo energético con el fin de trabajar con datos actuales que permitan obtener los resultados reales de consumo.
- Se identificaron oportunidades de mejora con respecto a la medición de los consumos energéticos y a la operación a nivel de línea de producción por

medio de las visitas en planta y entrevistas con operadores correspondientes al área en estudio.

La propuesta abarcó las áreas de servicios, elaboración y producción; así como población meta como gerentes generales, jefatura de mantenimiento, jefatura de producción, ingenieros de proceso, y operadores.

4.4. Comparación del consumo real de energía existente con datos teóricos para determinar cuáles máquinas y equipos presentan bajos niveles de eficiencia energética en el área seleccionada.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron diferentes actividades que contribuyen a la comparación del consumo real de energía existente con datos teóricos para determinar cuáles máquinas y equipos presentan bajos niveles de eficiencia energética en las áreas con un mayor impacto de consumo energético en estudio:

- Se identificaron propuestas de mejora energética en las diferentes áreas de la empresa por mejoras derivadas de reuniones con operadores, supervisores de las diferentes áreas de la empresa.
- Se verificó el registro diario de consumos de energía eléctrica, energía térmica y consumo de agua por medio de los despliegues mensuales actualizados de las diferentes áreas.
- Se identificó el área con mayor consumo energético por medio de una comparación entre las diferentes áreas de la empresa con base en los consumos de energía eléctrica, térmica y agua.
- Por medio de indicadores teóricos sobre el consumo de energía y consumo de agua establecidos por la empresa se comparó el consumo energético real

existente con datos teóricos para determinar cuáles máquinas y equipos presentan bajos niveles de eficiencia energética.

- Se realizaron visitas en planta con los operadores correspondientes al área en estudio con el fin de conocer las máquinas que presentan niveles bajos de eficiencia en las áreas con un mayor consumo de energía eléctrica, energía térmica y consumo de agua.
- Por medio de entrevistas con los operadores de las máquinas con niveles bajos de eficiencia se realizaron diálogos e intercambio de ideas para conocer y obtener oportunidades de mejora en el consumo de energía eléctrica, energía térmica y consumo de agua.

4.5. Revisión general de la operación de máquinas y equipos en el área seleccionada para identificar oportunidades de mejora.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizaron diferentes actividades para realizar una revisión general de la operación de máquinas y equipos por parte de los operarios en las áreas con un mayor impacto de consumo energético en estudio:

- Se identificaron las máquinas y equipos que presentan niveles bajos de eficiencia en el área con mayor consumo de energía eléctrica, energía térmica y consumo de agua por medio de visitas en planta junto al operador de cada máquina y equipo.
- Se identificaron oportunidades de mejora en la operación de máquinas y equipos con niveles bajos de eficiencia para disminuir el consumo de energía eléctrica, energía térmica y consumo de agua.
- Se participó en Comités de Energía por medio de los cuales se reunían operadores, supervisores e integrantes para conocer propuestas de mejora

energética en las diferentes áreas de la empresa y analizar los indicadores energéticos dependiendo del área.

- Se revisaron los manuales de operación y mejoras que se han realizado a las máquinas u OPL's (One Point Lesson) durante las entrevistas con los operadores para obtener oportunidades de mejora en el estado de operación actual de cada máquina con bajos niveles de eficiencia.

4.5.1. Área de estudio.

El área de envasado debe contar con diferentes máquinas y equipos de acuerdo a las diferentes actividades del proceso productivo. A continuación, se describen máquinas y equipos que corresponden al área de envasado:

- Lavadora de Botellas

La empresa debe contar con lavadoras de botella de vidrio para cumplir con la inocuidad del envase de vidrio. El principio de funcionamiento consiste en: las botellas entran en la máquina mediante un transportador. En el punto de entrega un sube-botellas las levanta y las introduce dentro del alvéolo de la botella, como se muestra en la figura 4.3 (Krones, 2016).

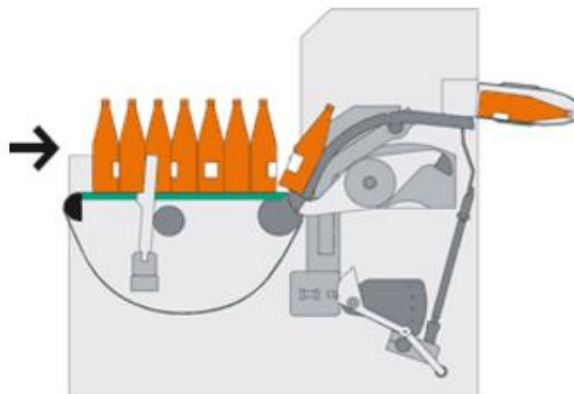


Figura 4. 3. Sube-botellas de una lavadora de botellas.

Fuente: Krones, 2016.

Después de entrar a la máquina, las botellas pasan por diferentes zonas de tratamiento: En el baño de remojo se calientan inicialmente y se liberan de la suciedad más importante. Luego, se desplazan por los baños de inmersión en sosa cáustica para quitar completamente los restos de suciedad y de etiquetas. Las botellas se rocían con agua fresca para eliminar los restos de sosa cáustica y otros residuos. La cantidad de agua se regula de acuerdo a las necesidades actuales (Krones, 2016).

Con respecto a la limpieza interna unas toberas rotantes limpian la botella desde diferentes ángulos de rociado. De esta forma se asegura que se limpia homogéneamente la parte interior completa de la botella, como se muestra en la figura 4.4 (Krones, 2016).

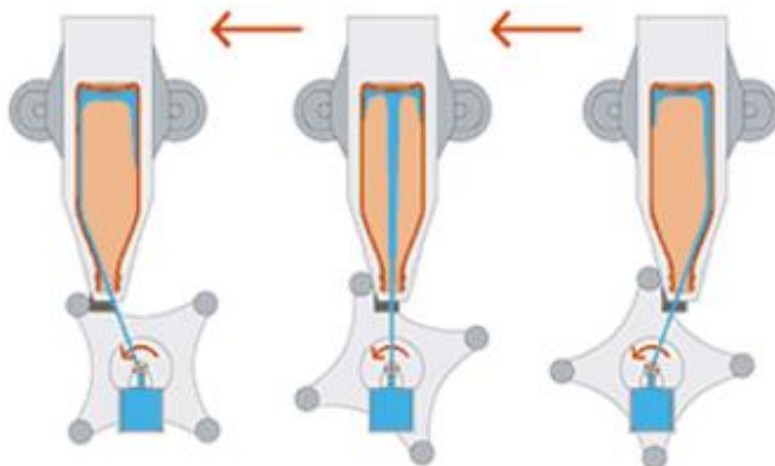


Figura 4.4. Toberas rotantes de una lavadora de botellas.

Fuente: Krones, 2016.

Para la salida de botellas de la lavadora, se utilizan unos dedos baja botellas especiales que depositan los envases sobre el transportador evitando que estos se caigan, como se muestra en la figura 4.5 (Krones, 2016).

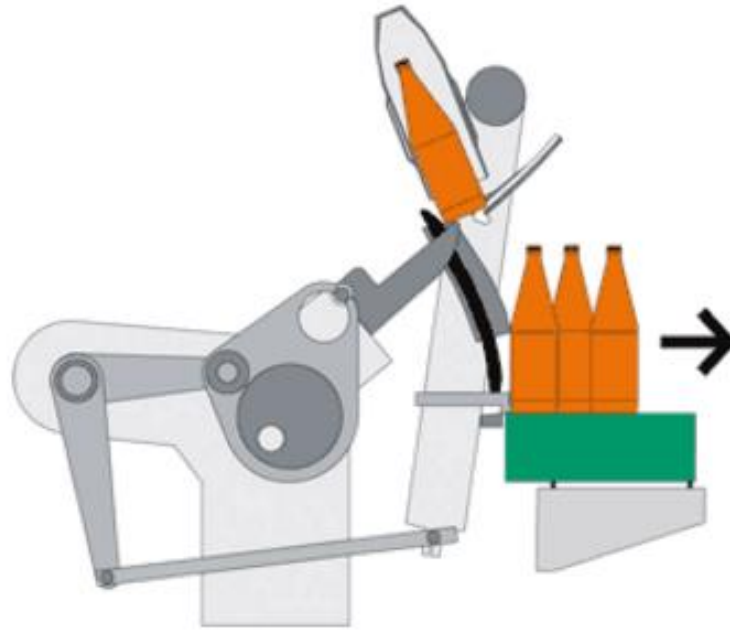


Figura 4. 5. Dedos baja botellas de una lavadora de botellas.

Fuente: Krones, 2016.

- Llenadora de Botellas

El área de envasado debe contar con máquinas llenadoras de botella de vidrio para almacenar el producto. El principio de funcionamiento consiste en: dentro llenadora primero la botella de vidrio es presionada contra una válvula y preevacuada, Cuando en el depósito anular y en la botella de vidrio existe la misma presión, empieza el proceso de llenado. En este proceso las dos velocidades diferentes utilizadas garantizan un óptimo comportamiento de flujo (Krones, 2016).

Cuando el líquido entrante toca la sonda instalada en el tubo de llenado, se cierra la válvula. Después de una fase de estabilización, la válvula de descarga reduce la presión en el espacio libre superior de la botella de vidrio y el producto llenado sale de la máquina, como se muestra en la figura 4.6 (Krones, 2016).

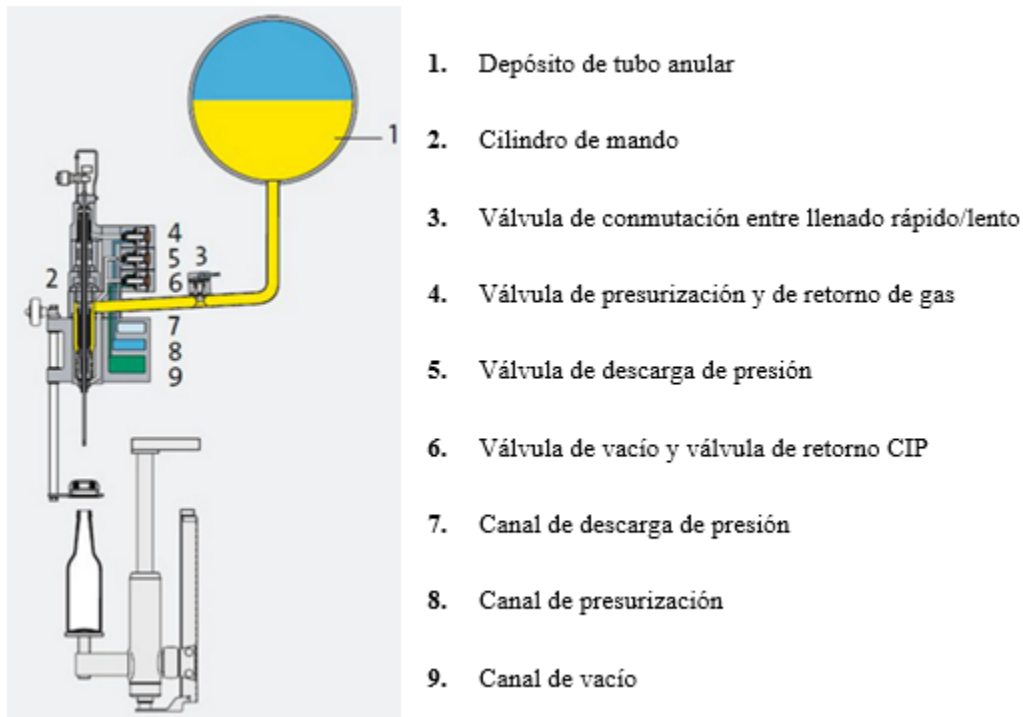


Figura 4. 6. Llenado de botellas.

Fuente: Krones, 2016.

- Lavadora de Cajas

La empresa debe contar con lavadoras de cajas para cumplir con la inocuidad de almacenaje de botellas. El principio de funcionamiento consiste en: dentro lavadora de cajas los embalajes son transportados encima de una cadena articulada de eslabones. Los topes de arrastre de acero llevan consigo las cajas fijándolas en la cadena. En el túnel de limpieza unos tubos rociadores duchan los embalajes desde todos los lados. Dependiendo de la ejecución respectiva, esto se lleva a cabo con agua, solución de limpieza o ambos. La suciedad disuelta en el agua se filtra continuamente mediante una criba de barras, como se muestra en la figura 4.7 (Krones, 2016).

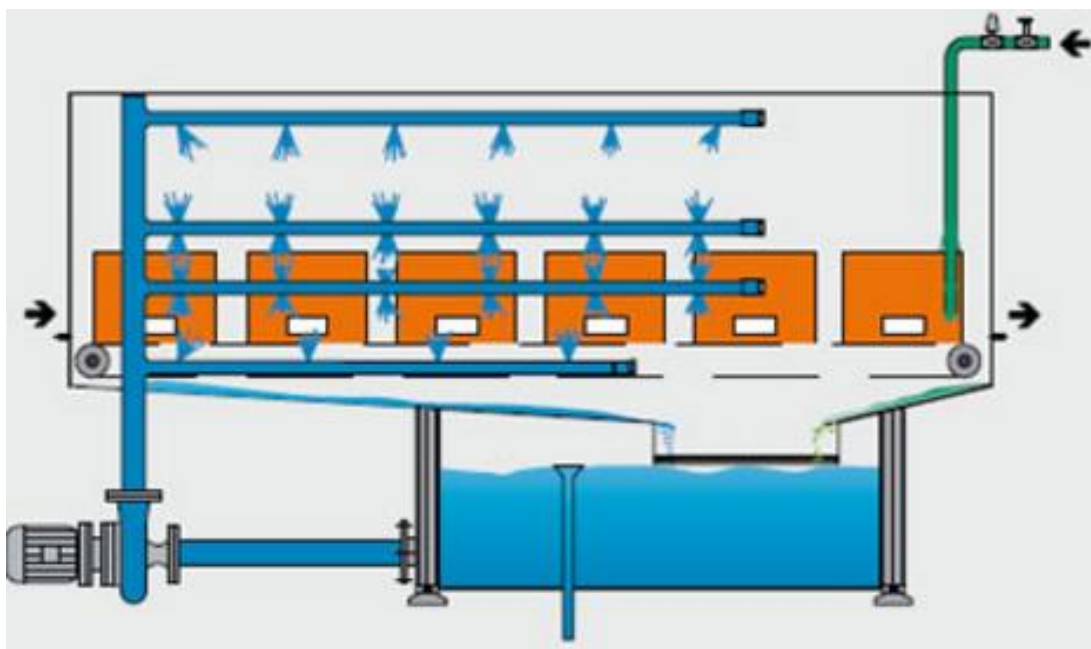
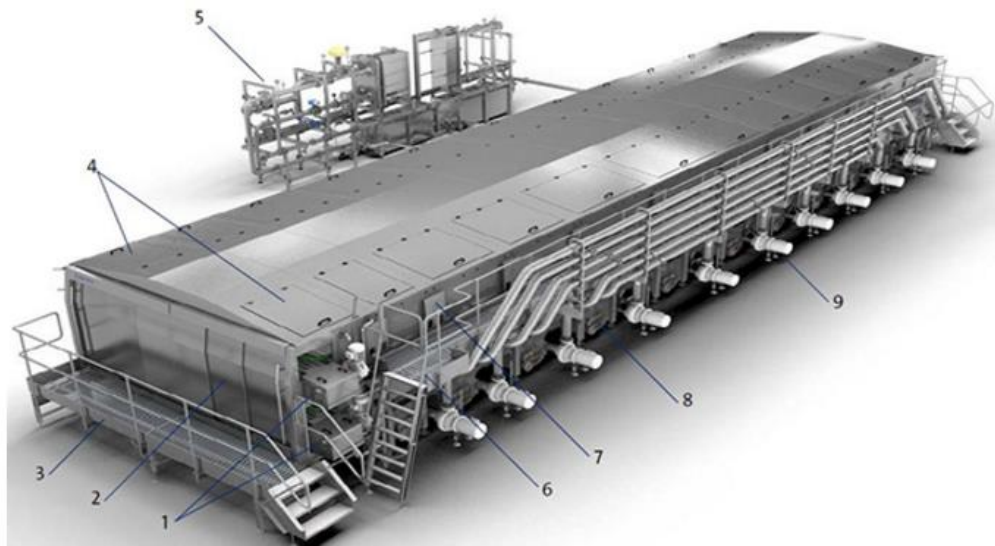


Figura 4. 7. Lavado de cajas dentro de la lavadora.

Fuente: Krones, 2016.

- Pasteurizador

La empresa debe contar con pasteurizadores para cumplir con principios de calidad e inocuidad durante el almacenaje del producto. El principio de funcionamiento consiste en: con respecto a los módulos de túnel se dividen en zonas de temperatura que permiten un calentamiento y una refrigeración protectores de los envases antes y después de la pasteurización. El sistema de rociado con toberas rociadoras trata los envases con agua, que tiene una temperatura ajustada con precisión a la respectiva zona de tratamiento. De esta forma los envases se procesan de manera homogénea y directa reduciendo simultáneamente el consumo de agua, como se muestra en la figura 4.8 (Krones, 2016).



- | | |
|---|--|
| 1. Alturas reducidas de entrada y salida (1.200 mm y 2.120 mm) | 6. Pasarela lateral para inspeccionar el rociado |
| 2. Puertas corredizas de acero fino | 7. Puertas ligeras de plástico a lo largo de los lados de la máquina |
| 3. Plataformas de servicio en la entrada y salida | 8. Orificio para el mantenimiento en cada zona |
| 4. Portillas de acceso en el techo con cilindros elevadores automáticos | 9. Todos los componentes en el lado de la máquina se encuentran montados a nivel del suelo |
| 5. Sistema de calentamiento CHESS | |

Figura 4. 8. Pasteurizador de túnel.

Fuente: Krones, 2016.

4.6. Identificación de oportunidades de mejora de uso eficiente para máquinas y equipos con un mayor impacto de consumo energético para el área seleccionada.

Para el cumplimiento del objetivo sobre la identificación de mejoras de uso eficiente para máquinas y equipos con un mayor consumo energético se elaboraron cuadros con las oportunidades de mejoras identificadas en la operación de máquinas y equipos, lo que permitió concretar las mismas en un estándar visual conocido y utilizado por los colaboradores de la planta de bebidas, entre ellos operadores de máquinas para cada área.

Este formato permite conocer la operación normal de la máquina/equipo, cuáles son los principales problemas detectados, cómo deben resolver los operadores los problemas detectados, cuáles son las oportunidades de mejoras identificadas y si la oportunidad corresponde a una mejora en el ahorro de energía térmica, energía eléctrica y agua.

Esto va a contribuir al análisis de la operación de máquinas y equipos por parte de los operarios en las áreas con un mayor impacto de consumo energético en estudio.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados que corresponden a los objetivos anteriormente establecidos para el estudio, en donde se incluyen factores que evidencian la situación del consumo de energía térmica, consumo de energía eléctrica, y consumo de agua de la empresa analizada.

5.1. Indicadores de consumo energético en las áreas de servicios, elaboración y producción de bebidas.

Según expone la AEE (2014) el proceso productivo debe contar con una gestión energética de la planta, cuyos objetivos se exponen a continuación:

1. Seguimiento de la contabilidad energética.
2. Control energético de cada parte del proceso.
3. Autoformación continua en materia energética.
4. Formación e información al resto de los colaboradores.
5. Información a directores, gerentes y supervisores de la situación energética por área.

Se logró evidenciar que el mejoramiento en la eficiencia energética es prioridad para la empresa, por lo que por medio del Comité de Energías se busca en cada reunión nuevas oportunidades de mejora para lograr un uso eficiente de estos recursos. Asimismo, se busca incentivar una cultura de medición y control de operación en las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas para mejorar los indicadores energéticos de la empresa.

5.1.1. Indicador de consumo de energía térmica.

Se identificaron los indicadores del consumo de energía térmica para cada una de las áreas de proceso, tal y cómo se menciona anteriormente.

De esta forma, para establecer el indicador de consumo de energía térmica por área se utilizan los MJ descritos anteriormente y se divide por la cantidad de HLP (HL producidos) por la empresa de acuerdo a la producción mensual de bebidas que se generó durante el mes de medición.

El indicador de energía térmica mensual que tiene la empresa permite detallar cuál es el consumo de la energía térmica por área de elaboración y producción de bebidas. Por temas de confidencialidad con la empresa en estudio, los indicadores a detalle en el APÉNDICE 1: INDICADORES MENSUALES DE ENERGÍA TÉRMICA están multiplicados por un factor de confidencialidad.

Indicador de consumo de energía térmica mensual: MJ / HLP

En el caso del indicador de consumo de energía térmica es importante establecer un sistema de registro de información relevante de las facturas energéticas ya que aportan información esencial que ayude a controlar la eficiencia energética de la empresa (AEE, 2014).

Es importante comparar los consumos y costos de energía térmica con el periodo equivalente a cada año anterior, e investigar todas las causas que provoquen aumentos en los consumos. Pueden atenderse aspectos tales como los procedimientos de trabajo, dispositivos de control, temporizadores, válvulas y termostatos o equipos defectuosos en general, así como comprobar si se han introducido cambios en los procedimientos que afecten al consumo (AEE, 2014).

Dentro de la gestión de energía térmica, es importante contar con aislamientos, como método de eficiencia energética, en almacenes y plantas agroindustriales que pueden abordar principalmente tres niveles: aislamiento de los cerramientos del edificio, aislamiento de las tuberías de conducción de vapor y aislamiento de las cámaras de refrigeración (AEE, 2014). Las claves de un buen aislamiento se numeran a continuación:

1. El más importante, el de la cubierta. Se estima que del 100% de las pérdidas térmicas, el 70% se produce a través de la misma.
2. Mejora el rendimiento de los equipos de climatización. Es más conveniente esta solución que sobredimensionar la climatización (AEE, 2014).

Con respecto a los conductos de gas o vapor se recurre al aislamiento térmico en tuberías, lo cual permite reducir las pérdidas de energía térmica en las tuberías. Se trata de una de las medidas de ahorro energético fácilmente ejecutables y económicamente viables (AEE, 2014).

La implantación de un buen sistema de control y regulación de la climatización que se adapte a la demanda energética en cada momento es otra importante actuación para reducir el consumo energético de calefacción y refrigeración. (AEE, 2014). Por lo que es recomendable:

1. Sectorizar el edificio separando zonas de distinto uso y necesidades climáticas.
2. Individualizar el control de los equipos mediante reguladores zonales.
3. Centralizar la generación, control y distribución de calor con el fin de amortiguar rápidas variaciones de la demanda.

De igual forma los sistemas de calefacción con calderas son de suma importancia, ya que se encargan de transferir la energía producida en un proceso de combustión donde se transfiere la energía almacenada en el fluido al ambiente exterior. El factor más importante es el correcto dimensionamiento de la caldera, ya que podrían generarse interrupciones forzadas de la combustión, mayor cantidad de humos en el interior de la caldera y de la chimenea, además de reducir el rendimiento de la caldera. (AEE, 2014).

5.1.2. Indicador de consumo de energía eléctrica.

Se identificaron los indicadores del consumo de energía eléctrica para cada una de las áreas de proceso, tal y como se menciona anteriormente.

De esta forma, para establecer el indicador de consumo de energía eléctrica por área se utilizan los kWh descritos anteriormente y se divide por la cantidad de HLp (HL producidos) por la empresa de acuerdo a la producción mensual de bebidas que se generó durante el mes de medición.

El indicador de energía eléctrica mensual que tiene la empresa permite detallar cuál es el consumo de energía eléctrica por área de elaboración y producción de bebidas. Por temas de confidencialidad con la empresa en estudio, los indicadores a detalle en el APÉNDICE 2: INDICADORES MENSUALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA están multiplicados por un factor de confidencialidad.

Indicador de consumo de energía eléctrica mensual: kWh / HLp

En el caso del indicador de consumo de energía eléctrica es importante establecer un sistema de registro de información relevante de las facturas energéticas ya que aportan información esencial que ayude a controlar la eficiencia energética de la empresa (AEE, 2014).

Es importante realizar revisiones anuales de las tarifas de compra de electricidad, ya que el patrón de consumo puede variar de manera anual en función de la campaña productiva. Así como comprobar el factor de potencia que aparece en las facturas (AEE, 2014).

Dentro de una gestión de energía eléctrica es importante tener un control energético de cada parte del proceso, con una correcta señalización en lugares estratégicos indicando los equipos auxiliares que deben ser apagados. Así como el apagado de ventiladores, bombas y cintas transportadoras cuando los equipos a los que sirven no están en uso (AEE, 2014). Entre los equipos a comprobar están:

1. Los extractores.
2. Bombas de enfriamiento de agua.

3. Bombas de vacío.
4. Bombas de agua de lavado.
5. Sistema de cintas transportadoas.

El consumo de enegía eléctrica en iluminación de oficinas, almacenes y zonas no ligadas directamente al proceso productivo o zonas de transito puede ocasionar cuantiosos gastos que pueden ser minimizados mediante prácticas eficientes de iluminación (AEE, 2014).

5.1.3. Indicador de consumo de agua.

Se identificaron los indicadores de consumo de agua para cada una de las áreas de proceso, tal y cómo se describe anteriormente.

De esta forma, para establecer el indicador de consumo de agua por área se utilizan los HL de agua descritos anteriormente y se divide por la cantidad de HLp (HL producidos) por la empresa de acuerdo a la producción mensual de bebidas que se generó durante el mes de medición.

El indicador de agua mensual que tiene la empresa permite detallar cuál es el consumo de agua por área de elaboración y producción de bebidas. Por temas de confidencialidad con la empresa en estudio, los indicadores a detalle en el APÉNDICE 3: INDICADORES MENSUALES DE AGUA están multiplicados por un factor de confidencialidad.

Indicador de consumo de agua mensual: $HL \text{ agua} / HLp$

En el caso del indicador de consumo de agua es importante establecer un sistema de registro de información relevante de las facturas de agua ya que aportan información esencial que ayude a controlar la eficiencia de la empresa (AEE, 2014).

Dentro una auditoría del recurso hídrico es importante tener un control de consumos tanto del consumo de agua total como del vertido. Un control y registro separado del consumo de todos los tipos de agua que se utilizan en las instalaciones de la empresa, por medio de

hidrómetros o contadores de agua, permite identificar los sobreconsumos de agua (CONSEBRO, 2011).

Según CONSEBRO (2011) es importante la implantación de medidas de ahorro como una prioridad de la gestión del recurso hídrico en la empresa, dentro de las cuales se encuentran la siguientes prácticas:

1. Instalación de limitadores o temporizadores automáticos y vásculas de control de flujo, para interrumpir el suministro de agua en los paros de producción derivados de fallos en las instalaciones o descansos del personal. Es decir, sistemas que automatizan el aporte de agua a los procesos en función del funcionamiento de los mismos, de manera que se evita el error humano al parar el equipo pero no su alimentación de agua.
2. Sustitución de grifos tradicionales por otros de cierre automático de tipo botón y empleo de mangueras con dispositivos de cierre por cese de accionamiento.
3. Sistema centralizado de interrupción de caudal, cuando se detecte un grifo abierto o una pérdida durante un tiempo previamente establecido.
4. Empleo de electroválvulas temporizadas que corten el caudal una vez transcurrido el tiempo programado, o electroválvulas accionadas por detectores de presencia con las que solo existe flujo de agua cuando se detecta la presencia del producto (CONSEBRO, 2011).

El mantenimiento preventivo es uno de los puntos de gestión que mayor atención requiere. La ausencia de un mantenimiento preventivo puede suponer la aparición frecuente de fugas, averías en los equipos, u otras incidencias que pueden conducir a la generación de vertidos incontrolados (CONSEBRO, 2011).

5.1.4. Medidores en los sitios de interés para la identificación de indicadores energéticos.

Como se describió anteriormente dependiendo del tipo de consumo, la empresa cuenta con diferentes medidores para determinar el consumo de energía térmica, consumo de energía eléctrica y consumo de agua para luego traducir estos consumos en indicadores energéticos.

La empresa cuenta con medidores de kg vapor, consumo de energía eléctrica en términos de kWh y consumo de agua. Se utiliza un mapa de medidores por tipo de energía, es decir, existe un mapa para el consumo de energía térmica en términos en términos de m³.

Para cada mapa de red de medidores pueden existir 2 tipos de medidores:

- 1- Medidor mecánico, es un tipo de medidor que realiza una cuenta diariamente. La diferencia de la cuenta entre el nuevo día y el día anterior se traduce en el consumo registrado.
- 2- Medidor electrónico, es un tipo de medidor que indica el consumo diario directamente, lo que lo hace un medidor más exacto, ya que este no utiliza una cuenta, por lo que no requiere realizar una diferencia para obtener el consumo energético.

Los medidores electrónicos pueden ser conectados al sistema SCADA. El sistema SCADA es un sistema digital tipo software en donde se registran las lecturas de consumo energético y se pueden programar decisiones en cuanto a los consumos registrados.

En la Figura 5.1. se muestra el diagrama de la red de medidores de variables eléctricas para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.

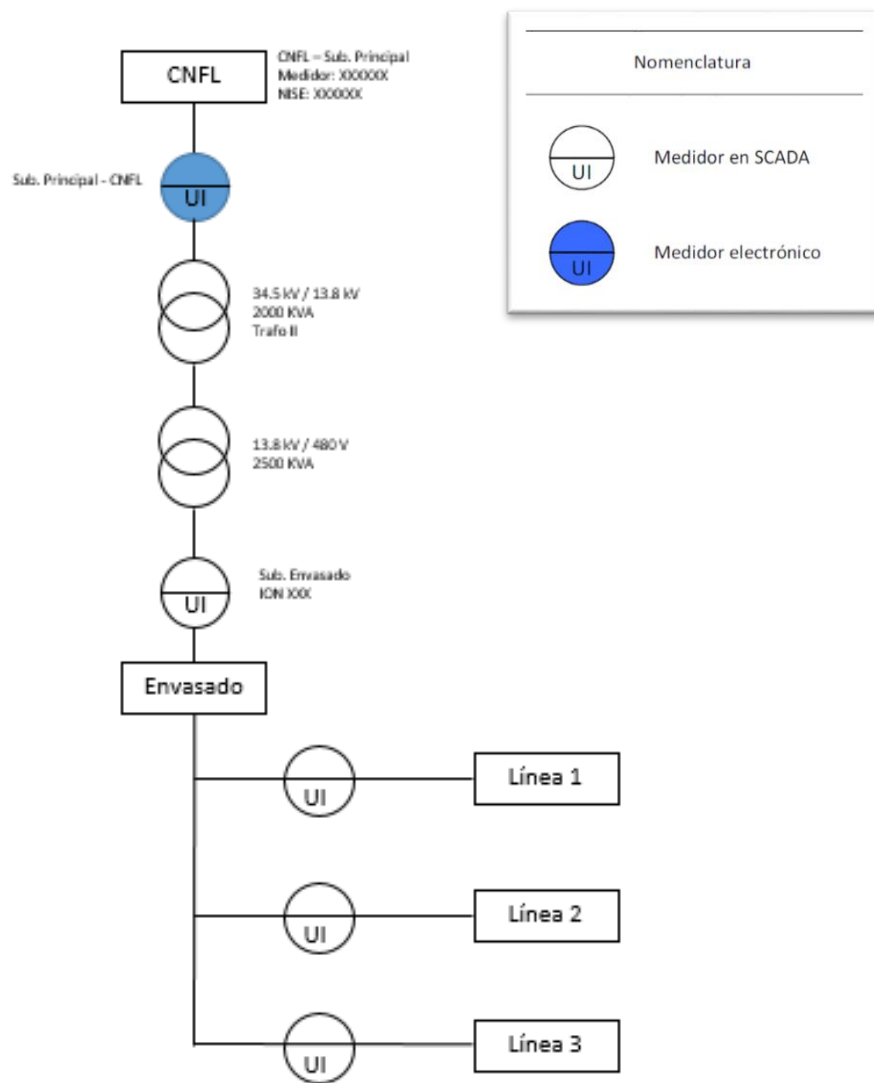


Figura 5. 1: Diagrama de red de medidores de variables eléctricas para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la Figura 5.2. se muestra el diagrama de la red de medidores de vapor y búnker para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.

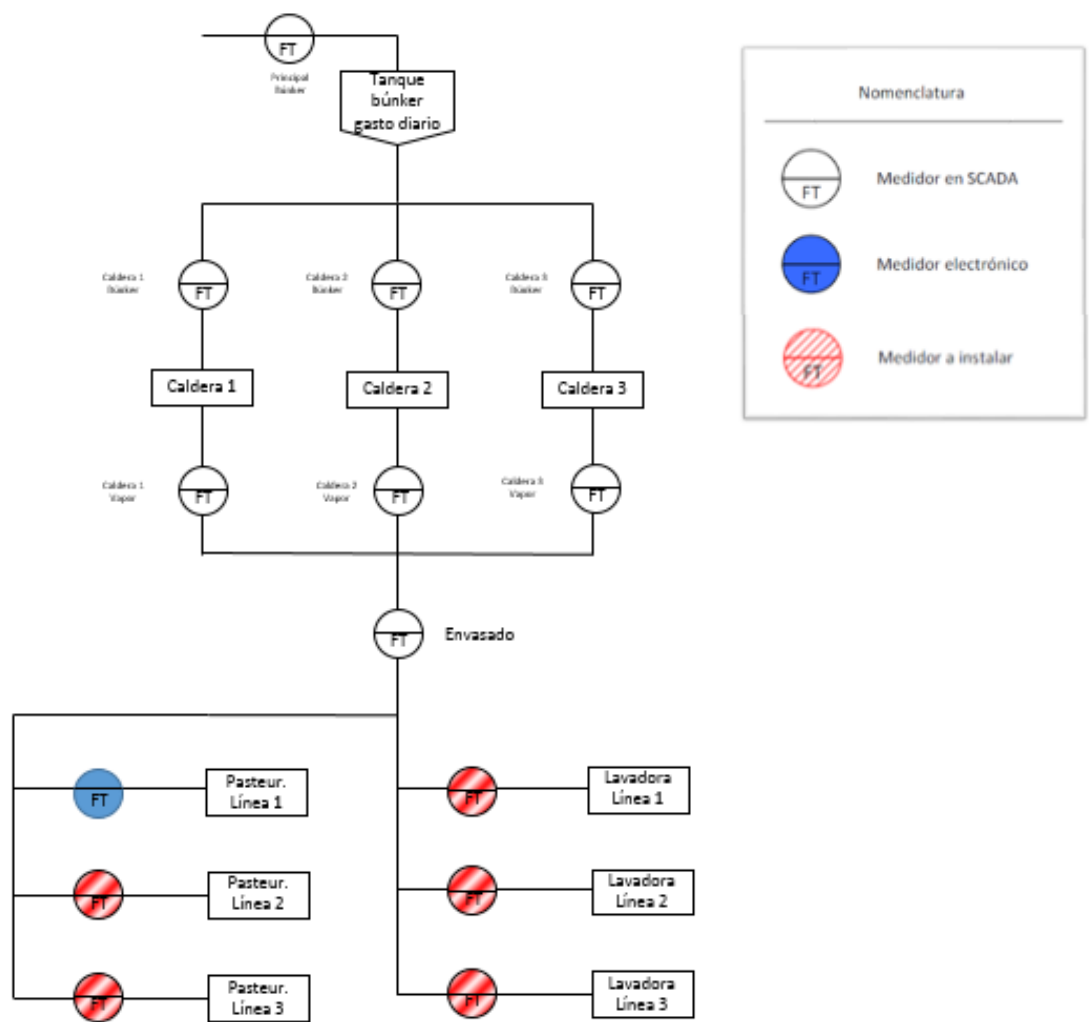


Figura 5. 2: Diagrama de red de medidores de vapor y búnker para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.

Fuente: Comité de Energías, 2016

En la Figura 5.3. se muestra el diagrama de la red de medidores de agua para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.

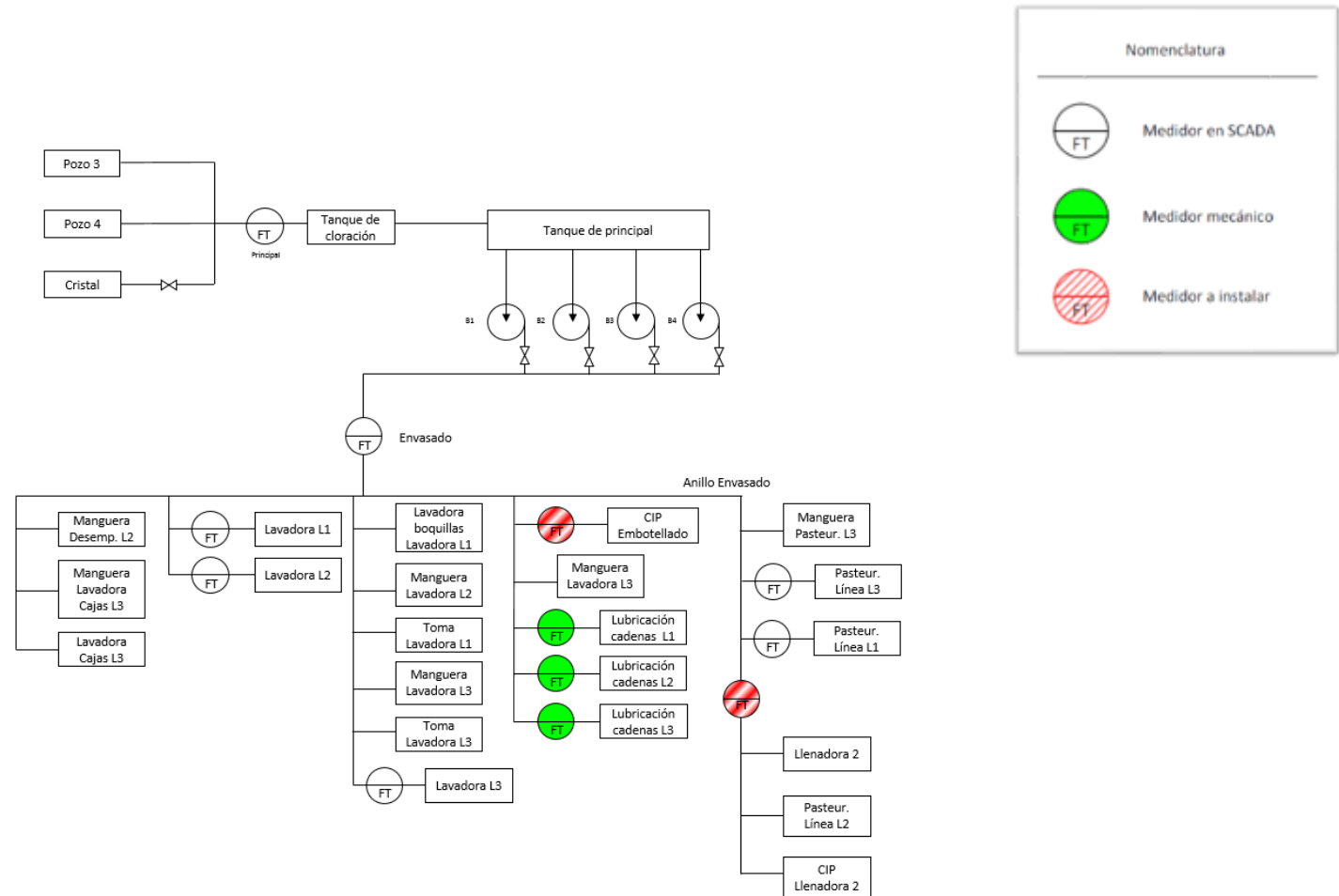


Figura 5. 3: Diagrama de red de medidores de agua para el área de Envasado de la planta de bebidas en estudio.

Fuente: Comité de Energía, 2016.

5.1.5. Oportunidades de mejora en la toma de datos para los registros, métodos de medición y el control de registros de la información en estudio.

Se identificaron oportunidades de mejora para lograr un uso eficiente en el control de registros de la información en cuanto a la medición del consumo de energía eléctrica, consumo de energía térmica y consumo de agua:

- 1-** La persona encargada de registrar el dato diariamente de los diferentes medidores debe anotar el dato a la hora indicada, ya que el medidor registra un día completo de 24 horas, es decir la diferencia entre un día y otro es lo que se consume entre las 6 am del día 1 hasta las 6 am del día 2, por lo tanto, un desfase de horas entre una medición y otra no va a permitir reportar el consumo real durante ese día.
- 2-** Si un medidor reporta negativos (números que no concuerdan con un aumento de consumo) durante un tiempo específico, va a generar que no se obtenga un dato del consumo real del día medido, por lo que se deben de calibrar los medidores que presenten este error y el dato de lectura se elimina del registro.
- 3-** Implementar medidores propuestos de consumo de energía eléctrica, consumo de energía térmica y consumo de agua, va a permitir tener un mayor control por área. Es importante que una vez instalados e implementados se actualice el diagrama de medidores para cada tipo de consumo.

Estas acciones van a permitir lograr un uso más eficiente en el control de la medición de consumo energético, además de incentivar una cultura de medición y control de operación en las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas para mejorar los indicadores energéticos de dicha empresa.

5.2. Área de servicios, elaboración y producción con un mayor impacto de consumo energético.

La planta de bebidas cuenta con diferentes áreas de trabajo, como se menciona en la sección 3.3, que complementan las fases de la preparación de la cerveza industrial, entre las que se encuentran: el área de producción, elaboración, bodegas, envasado, y utilidades.

Por medio del Comité de Energías se identificaron las áreas con un mayor impacto de consumo energético en la planta de bebidas, lo que va a permitir identificar nuevas oportunidades de mejora para lograr un uso eficiente en el consumo de estos recursos e incentivar, además, una cultura de medición y control de operación en las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas para mejorar los indicadores energéticos de la empresa.

A partir de los indicadores energéticos se trabaja un despliegue bimensual en donde se comparan los consumos de energía térmica, electricidad y agua entre las diferentes áreas de utilidades, elaboración y producción con un mayor impacto energético en la planta de bebidas.

En el despliegue bimensual los diferentes tipos de consumos energéticos se comparan con valores establecidos por la empresa, tales como:

- 1-** YTD: “Year to Date” por sus siglas en inglés, es un acrónimo del HAAD (Heineken Acronyms & Abbreviations Dictionary), que establece Heineken (2015) como el valor obtenido hasta la fecha de hoy, en donde los datos se registran de forma acumulada para conocer el nivel de cumplimiento con respecto a la meta establecida.
- 2-** Meta: este valor se establece el nivel de desempeño esperado acorde al consumo energético con respecto a la producción proyectada. La meta se estima con base en valores de consumo generados en años anteriores y de acuerdo a la producción

proyectada durante ese año y consideraciones de proyectos de mejora en consumo o proyectos que incrementen el indicador.

- 3- UBM: “Utility Bench Marketing” por sus siglas en inglés, este valor es un acrónimo del HAAD (Heineken Acronyms & Abbreviations Dictionary), que establece Heineken (2015) como un indicador ideal de consumo energético recomendado para las plantas de producción. El UBM se define mediante escala de valores de consumos eficientes esperados en plantas de producción similares y con las mejores prácticas de desempeño, lo que permite establecer un valor ideal de consumo esperado para plantas similares y acorde a cada tipo de indicador.
- 4- GAP: este valor es un acrónimo del HAAD (Heineken Acronyms & Abbreviations Dictionary), que establece Heineken (2015) como la brecha existente entre el indicador de desempeño energético (YTD) y el UBM. Esta diferencia permite visualizar las oportunidades de mejora existentes en las áreas con un gap significativo y/o identificar las áreas con desempeño ejemplar en donde se logran indicadores de desempeño cercanos o iguales al UBM.

5.2.1. Despliegue del consumo de energía térmica.

Por medio del indicador mensual de consumo de energía térmica mensual (MJ / HLp) por área se tabulan despliegues bimensuales de consumo de energía térmica para las diferentes áreas de utilidades, elaboración y producción.

Estos despliegues permiten comparar los consumos de energía térmica con los valores establecidos por la empresa descritos anteriormente (YTD, Meta, UBM, GAP). En el cuadro 5.1 se muestra un despliegue general del consumo de energía térmica y en el cuadro 5.2 se observan los indicadores de consumo energético en las diferentes áreas.

Cuadro 5. 1. Despliegue general del consumo de energía térmica.

Detalle general	2015	YTD 2016*	Meta 2016	UBM	GAP (Meta-YTD)
MJ / HLp	96,93	97,31	99,87	60,79	2,56

*El valor YTD 2016 se calculó a partir del mes de octubre 2015 hasta setiembre 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

Cuadro 5. 2. Despliegue por áreas del consumo de energía térmica.

Área	2015	YTD 2016*	Meta 2016	UBM	GAP (Meta-YTD)
Cocimiento	39,35	30,76	40,87	24,88	10,11
Bodegas	0,78	4,79	14,85	9,04	10,06
Envasado	55,22	50,09	32,32	19,67	-17,77
Utilidades	12,03	11,12	11,83	7,20	0,71
Transporte	2,04	2,72	0	0	-2,72
Terceras Partes	0,00	0,15	0	0	-0,15
Consumo sin identificar	0,00	6,09	0	0	-6,09

*El valor YTD 2016 se calculó a partir del mes de octubre 2015 hasta setiembre 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En el cuadro 5.2 se muestra que el área que sobrepasó la meta para el año fiscal 2016 fue área de envasado, la cual obtuvo un valor de YTD 2016 de 50,09 MJ / HLp que supera la meta establecida para el año fiscal 2016 de 32,32 MJ / HLp. La diferencia entre ambos datos (Meta – YTD) obtiene un GAP de -17,77 MJ / HLp. Lo anterior evidencia que el área de envasado es el área con el mayor GAP en cuanto a consumo de energía térmica para el año fiscal 2016.

Además, como se mencionó anteriormente el valor teórico UBM es un indicador ideal de consumo energético recomendado para las plantas de producción. Se puede observar en el cuadro anterior que, entre las áreas de cocimiento, servicios y envasado, este último presenta una mayor diferencia entre el valor de YTD 2016 (50,09 MJ / HLp) y el valor de UBM (19,67 MJ / HLp), esto indica que los consumos de energía térmica en esta área no son eficientes de acuerdo a la producción de la planta de bebidas durante el año fiscal 2016.

Estos datos se pueden analizar gráficamente, como se muestra en la figura 5.4 de acuerdo a los consumos de energía térmica descritos en el despliegue por áreas.

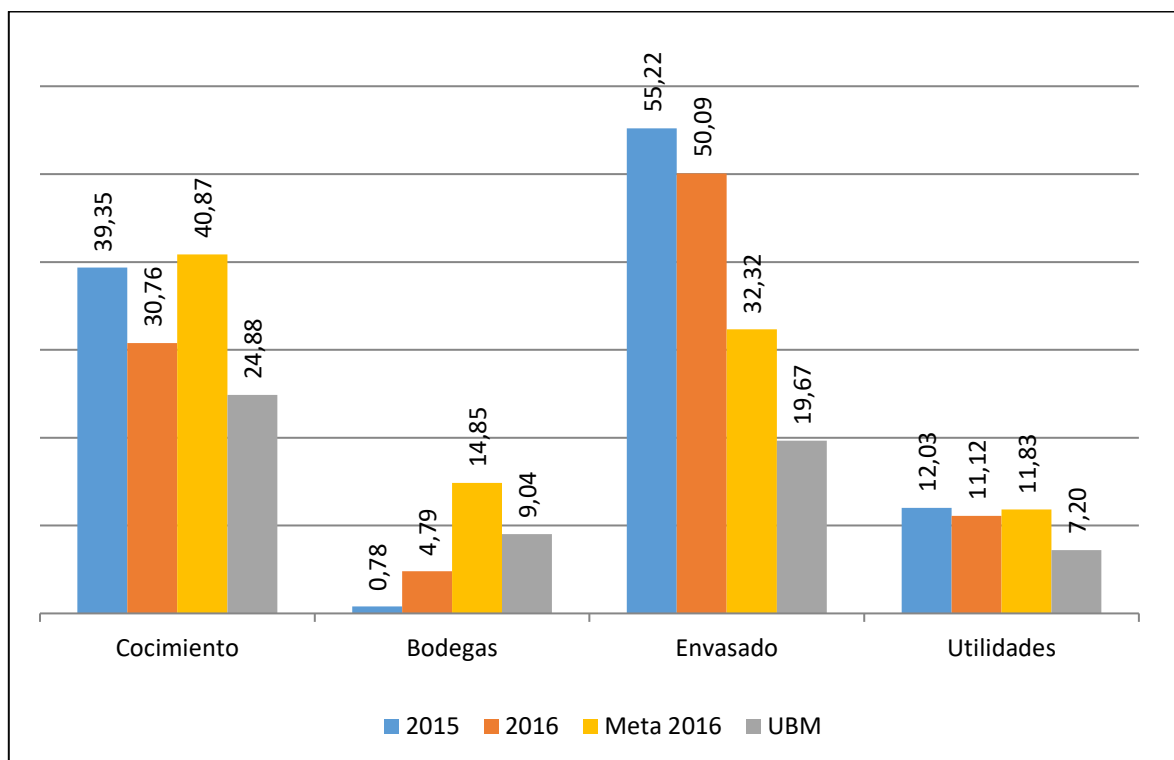


Figura 5. 4. Despliegue por áreas del consumo de energía térmica.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la figura 5.4 se muestra que el mayor consumo energético está representado por el área de envasado, el cual tiene un indicador YTD de 50,09 MJ / HLp que representa el área con el mayor consumo de energía térmica con respecto a la producción de bebidas durante el periodo fiscal 2016.

Para determinar las oportunidades de mejora de cada área se identifican los valores de GAP por cada una de las áreas y las que poseen un valor GAP negativo requieren de mejoras energéticas a considerar en sus procesos, con respecto al indicador de consumo térmico.

Los GAP se pueden analizar gráficamente, como se muestra en la figura 5.5, en el cual se presentan los consumos de energía térmica del año fiscal 2016.

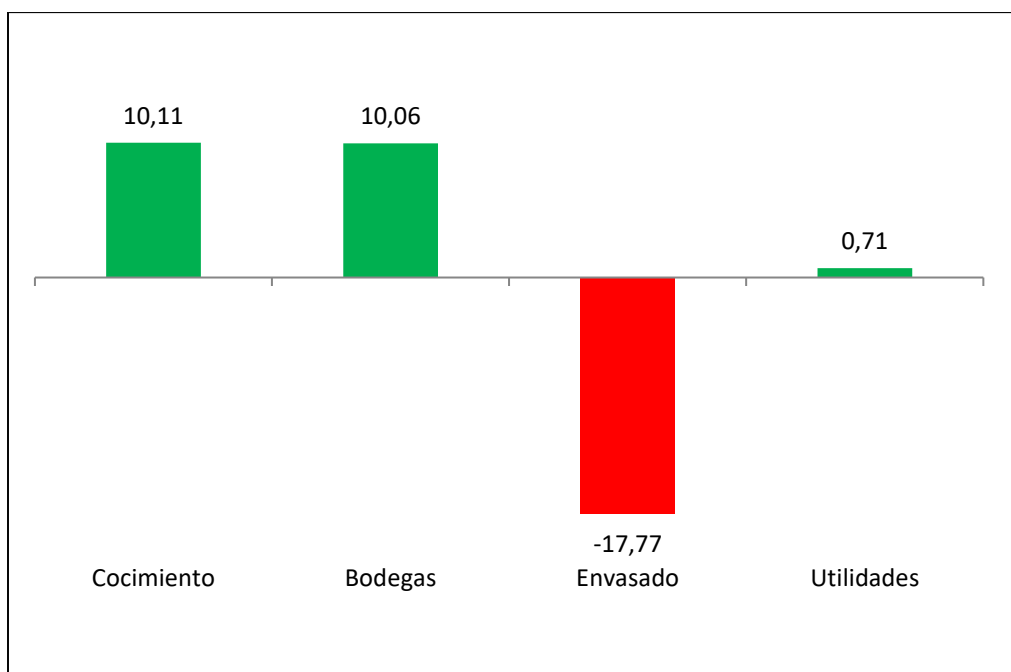


Figura 5.5. Valor GAP por áreas del consumo de energía térmica.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

De acuerdo a la figura 5.5, el área de envasado es la única área que sobrepasó la meta establecida para el año fiscal 2016, por lo que requiere de mejoras energéticas que permitan disminuir su consumo de energía térmica y lograr una mayor eficiencia en los procesos que se llevan a cabo en esta área.

5.2.2. Despliegue del consumo de energía eléctrica.

De la misma forma que con el consumo de energía térmica, el indicador de consumo de energía eléctrica mensual (kWh / HLp) por área se tabulan despliegues bimensuales de consumo de energía eléctrica para las diferentes áreas de utilidades, elaboración y producción.

Estos despliegues permiten comparar los consumos de energía eléctrica con los valores establecidos por la empresa descritos anteriormente (YTD, Meta, UBM, GAP). En el cuadro

5.3 se muestra un despliegue general del consumo de energía eléctrica y en el cuadro 5.4 se observan los indicadores de consumo energético en las diferentes áreas.

Cuadro 5. 3. Despliegue general del consumo de energía eléctrica.

Detalle general	2015	YTD 2016*	Meta 2016	UBM	GAP (Meta-YTD)
kWh/HLp	10,97	10,49	11,01	8,72	0,52

*El valor YTD 2016 se calculó a partir del mes de octubre 2015 hasta setiembre 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016

Cuadro 5. 4. Despliegue por áreas del consumo de energía eléctrica.

Área	2015	YTD 2016*	Meta 2016	UBM	GAP (Meta-YTD)
Cocimiento	0,33	0,32	0,30	0,23	-0,02
Bodegas	0,95	1,23	0,49	0,39	-0,74
Envasado	2,85	2,87	2,59	2,05	-0,28
Utilidades	5,98	6,02	7,02	5,56	1,00
Otros	0,23	0,14	0,62	0,49	0,48
Consumo sin identificar	0,76	0,23	0	0	-0,23

*El valor YTD 2016 se calculó a partir del mes de octubre 2015 hasta setiembre 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016

En el cuadro 5.4 se muestra que algunas áreas sobrepasaron la meta para el año fiscal 2016, entre ellas el área de envasado, la cual obtuvo un valor de YTD 2016 de 2,87 kWh / HLp que supera la meta establecida para el año fiscal 2016 de 2,59 kWh / HLp, presentando un GAP de -0,28 kWh / HLp.

En el cuadro 5.4 se observa que, entre las áreas de servicios y envasado, este último tiene una diferencia entre el valor de YTD 2016 (2,87 kWh / HLp) y el valor de UBM (2,05 kWh / HLp), esto indica que los consumos de energía eléctrica en esta área no son eficientes de acuerdo a la producción de la planta de bebidas durante el año fiscal 2016.

Cabe destacar que el área con el mayor consumo de energía eléctrica es el área de servicios el cual genera gran consumo de energía eléctrica debido a los procesos de enfriamiento que este utiliza y genera para la planta en general.

Estos datos se pueden analizar gráficamente como se muestra en la Figura 5.6 de acuerdo a los consumos de energía eléctrica descritos en el despliegue por áreas.

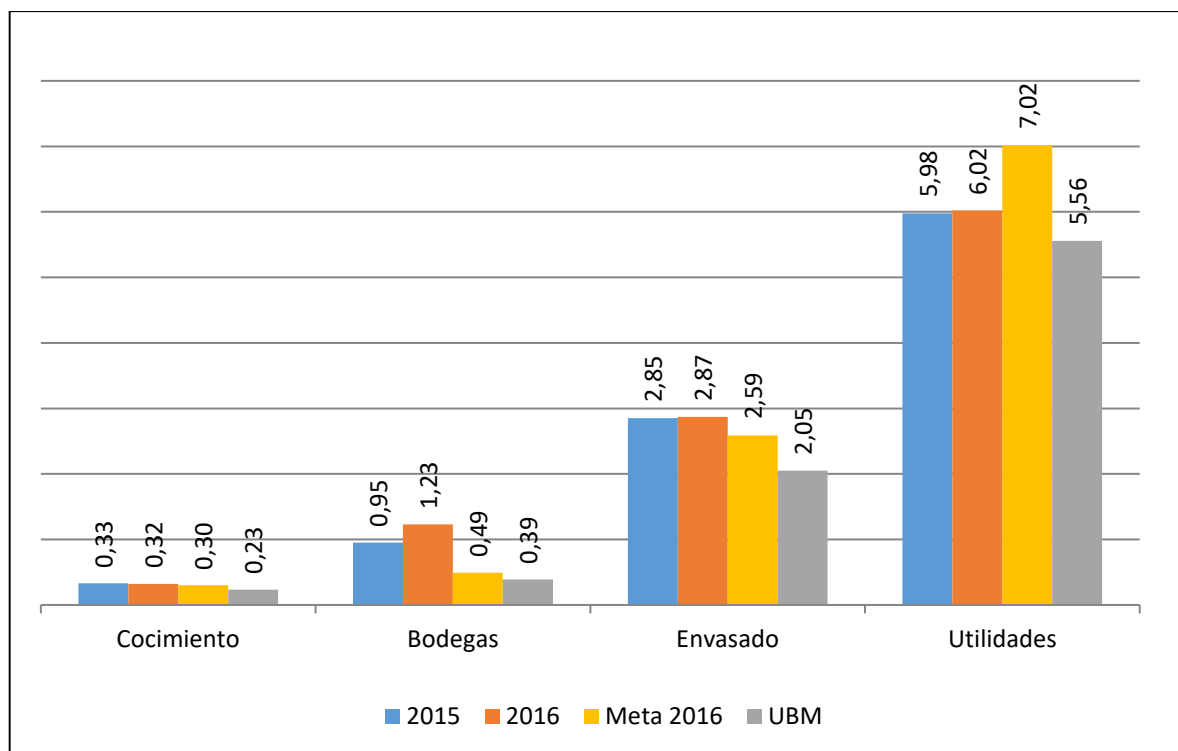


Figura 5. 6. Despliegue por áreas del consumo de energía eléctrica.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la Figura 5.6 se muestra que el mayor consumo energético está representado por el área de servicios, debido a los procesos de enfriamiento, seguido por el área de envasado, el cual tiene un indicador YTD de 2,87 kWh / HLp que representa el consumo de energía eléctrica con respecto a la producción de bebidas durante el periodo fiscal 2016.

Con respecto al consumo eléctrico, las áreas que poseen un valor GAP negativo requieren de mejoras energéticas a considerar en sus procesos.

En la Figura 5.7 se muestra los GAP de acuerdo a los consumos de energía eléctrica descritos en el despliegue por áreas para el año fiscal 2016.

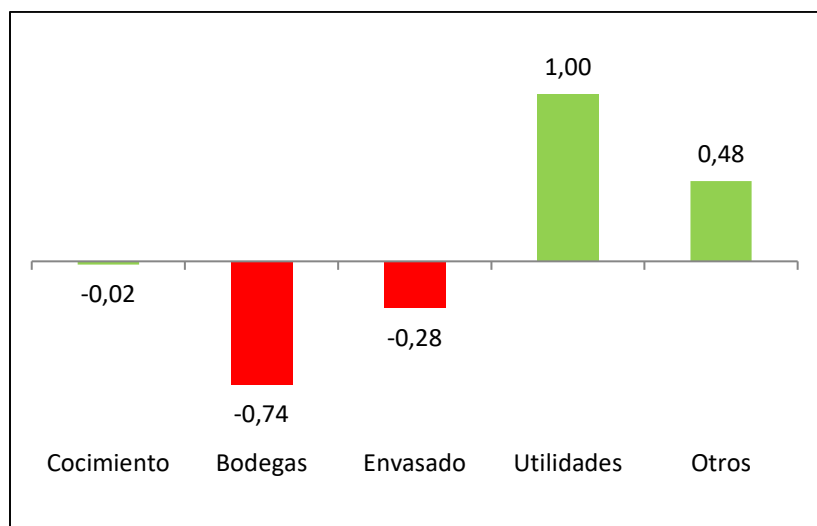


Figura 5. 7. Valor GAP por áreas del consumo de energía eléctrica.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

De acuerdo a la Figura 5.7, el área de envasado es una de las áreas que sobrepasó la meta establecida para el año fiscal 2016, por lo que requiere de mejoras energéticas que permitan disminuir su consumo de energía eléctrica y lograr una mayor eficiencia en los procesos que se llevan a cabo en esta área.

5.2.3. Despliegue del consumo de agua.

De la misma forma que en los consumos anteriores, el indicador de consumo de agua mensual (HI / HLp) por área se tabulan despliegues bimensuales de consumo de agua para las diferentes áreas de utilidades, elaboración y producción.

Estos despliegues permiten comparar los consumos de agua con los valores establecidos por la empresa descritos anteriormente (YTD, Meta, UBM, GAP). En el cuadro 5.5 se muestra un despliegue general del consumo de agua y en el cuadro 5.6 se observan los indicadores de agua en las diferentes áreas.

Cuadro 5. 5. Despliegue general del consumo de agua.

Detalle general	2015	YTD 2016*	Meta 2016	UBM	GAP (Meta-YTD)
HI / HLp	5,19	5,09	5,35	3,22	0,26

*El valor YTD 2016 se calculó a partir del mes de octubre 2015 hasta setiembre 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016

Cuadro 5. 6. Despliegue por áreas del consumo de agua

Área	2015	YTD 2016*	Meta 2016	UBM	GAP (Meta-YTD)
Cocimiento	1,28	1,21	1,48	0,89	0,27
Bodegas	1,26	0,76	1,73	1,04	0,97
Envasado	1,49	1,91	1,51	0,91	-0,40
Utilidades	0,53	0,63	0,48	0,29	-0,15
Otros	0,28	0,38	0,13	0,00	-0,25
Consumo sin identificar	0,38	0,27	0,00	0,00	-0,27

*El valor YTD 2016 se calculó a partir del mes de octubre 2015 hasta setiembre 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En el cuadro 5.6 se muestra que una de las áreas sobrepasó la meta para el año fiscal 2016 fue área de envasado, la cual obtuvo un valor de YTD 2016 de 1,91 HI / HLp que supera la meta establecida para el año fiscal 2016 de 1,51 HI / HLp. La diferencia entre ambos datos (Meta – YTD) obtiene un GAP de -0,40 HI / HLp. Lo anterior evidencia que el área de envasado es el área con el mayor consumo de agua para el año fiscal 2016.

En el cuadro 5.6 se puede observar que, entre las áreas de cocimiento, utilidades y envasado, este último presenta una mayor diferencia entre el valor de YTD 2016 (1,91 HI / HLp) y el valor de UBM (0,91 HI / HLp), esto indica que los consumos de agua en estas áreas no son eficientes de acuerdo a la producción de la planta de bebidas durante el año fiscal 2016.

Estos datos se pueden analizar gráficamente como se muestra en la figura 5.8 de acuerdo a los consumos de agua descritos en el despliegue por áreas.

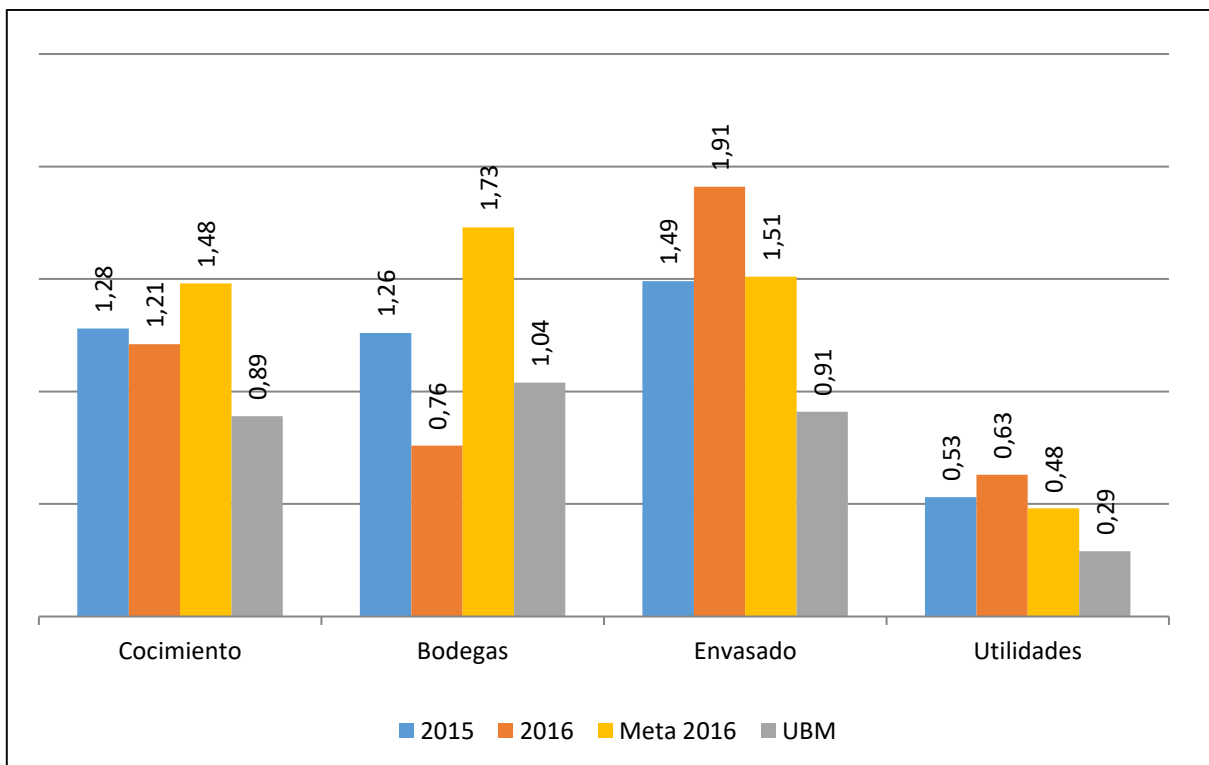


Figura 5.8. Despliegue por áreas del consumo de agua.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la Figura 5.8 se muestra que el mayor indicador de consumo de agua está representado por el área de envasado, el cual tiene un indicador YTD de 1,91 HI / Hlp que representa el mayor indicador de consumo de agua de acuerdo a la producción de bebidas durante el periodo fiscal 2016.

En la Figura 5.9 se muestra los GAP de acuerdo a los consumos de energía eléctrica descritos en el despliegue por áreas para el año fiscal 2016.

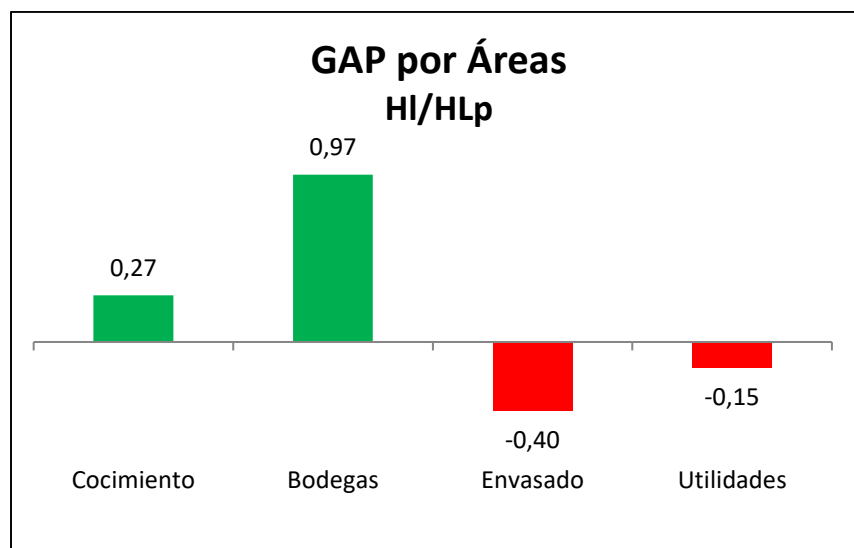


Figura 5.9. Valor GAP por áreas del consumo de agua.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

De acuerdo a la Figura 5.9, el área de envasado es una de las áreas que sobrepasó la meta establecida para el año fiscal 2016, lo que requiere de mejoras que permitan disminuir el consumo de agua para lograr una mayor eficiencia en los procesos que se llevan a cabo en esta área.

5.2.4. Alcance del objetivo para el estudio

Por lo tanto, este estudio base va a enfocarse en el área de envasado, ya que tiene consumos importantes de energía térmica, energía eléctrica y agua, por lo que requiere de una gestión energética que permita recopilar mejoras para que la empresa logre disminuir los indicadores energéticos y además mejorar la eficiencia energética en máquinas y equipos en los diferentes procesos que se realizan en esta área.

5.3. Máquinas y equipos que presentan alto consumo energético en el área de envasado.

Con base en la revisión de los despliegues del consumo tanto de energía térmica, como de eléctrica y agua, se identificó que el área con un consumo importante de estos recursos es el área de envasado, ya que este genera un gran impacto de consumo energético en la planta de bebidas.

Por lo anterior se tiene que el presente estudio se concentró en el área de envasado, en donde se identificaron nuevas oportunidades de mejora para lograr un uso eficiente en los consumos de energía térmica, electricidad y agua en esta área.

En el despliegue bimensual para cada tipo de consumo en el área de envasado se analizan el consumo específico de cada máquina y equipo. Esto permite visualizar específicamente, dónde se distribuyen los consumos de energía térmica, energía eléctrica y agua en los diferentes procesos que se efectúan en el área de envasado.

5.3.1. Despliegues del consumo de energía térmica de las diferentes máquinas y equipos en el área de envasado.

En la sección 5.2.1 se mencionó que el área de envasado es el mayor consumidor de energía térmica. En la figura 5.10 se muestra el comportamiento del consumo específico de energía térmica (MJ / HLp) para esta área (packaging en inglés) con respecto a la meta (MJ / HLp) establecida para el año fiscal 2016.

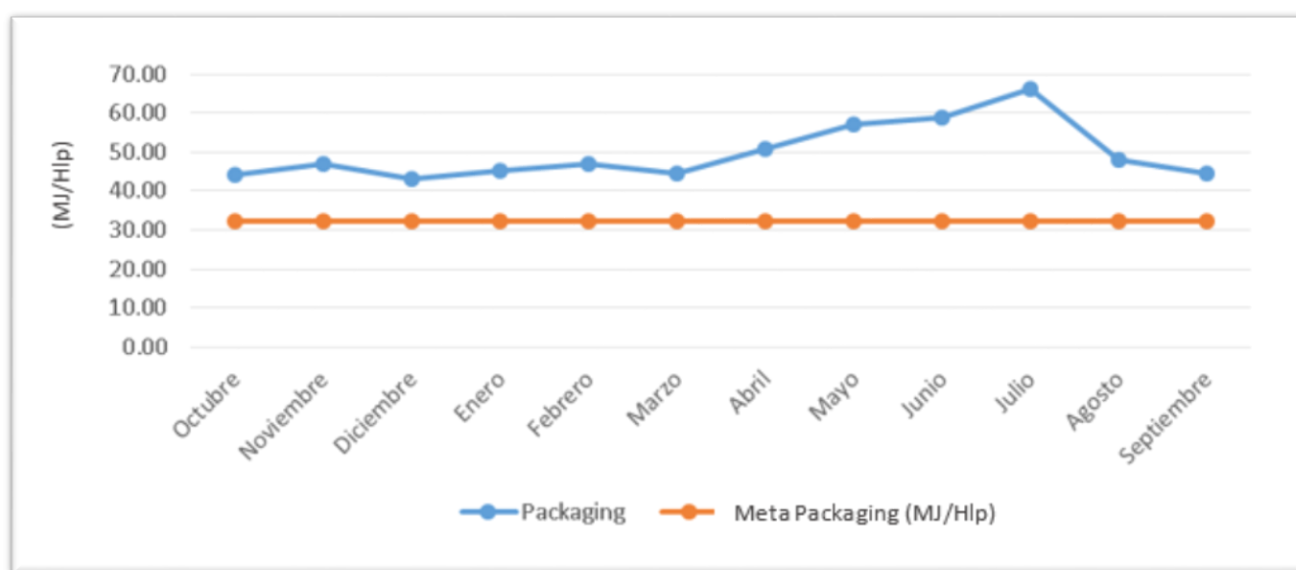


Figura 5.10. Indicador de energía térmica del área de envasado comparado con la meta para el año fiscal 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la figura 5.10 se muestra como el indicador de consumo de energía térmica (MJ / HLp) se mantiene por encima de la meta establecida y comprueba que hay un consumo importante de este tipo de energía en el área de envasado. Además, comprueba que no ha sido posible disminuir el indicador energético al punto que logre cumplir con la meta establecida para el cierre del año fiscal 2016.

Es conveniente identificar cuál sección del área de envasado presenta las mejores oportunidades para mejorar la eficiencia energética.

En el cuadro 5.7 se observa que el área de envasado se divide en 5 líneas de producción cuyos consumos de energía térmica se muestran a continuación.

Cuadro 5. 7. Despliegue del área de envasado para el consumo de energía térmica.

Línea de Envasado	MJ	Porcentaje	Hlp	MJ/Hlpack
L1	17.233.838,0	17%	228.602,3	75,39
L2	15.314.729,9	15%	252.564,3	61
L3	46.264.806,1	45%	722.792,7	64
L4	24.425.814,8	24%	744.762,1	32,80
L5	576.862,4	1%	25.100,6	22,98
TOTAL	103.816.051,2	100%	1.973.822,0	

Fuente: Comité de Energías, 2016.

Cuadro 5. 8. Consumo de energía térmica en líneas de envasado que cuentan con pasteurizador.

Línea de Envasado	Pasteurizador (MJ)	Past-MJ/Hlpack
L1	5.354.055,0	23,42
L4	8.487.842,0	11,40

Fuente: Comité de Energías, 2016.

El cuadro 5.8 muestra el consumo específico de energía térmica en las líneas de producción que cuentan con pasteurizador. El pasteurizador, es una máquina que presenta un consumo importante de energía térmica en el área de envasado. En la línea 1 (L1) se tiene registrado un indicador de consumo de energía térmica para el pasteurizador de 23,42 MJ / Hlp mensual y para la línea 4 (L4) se tiene registrado un indicador de consumo de energía térmica para el pasteurizador de 11,40 MJ / Hlp.

En la figura 5.11 se comparan los consumos de energía térmica de las 5 líneas de producción del área de envasado.

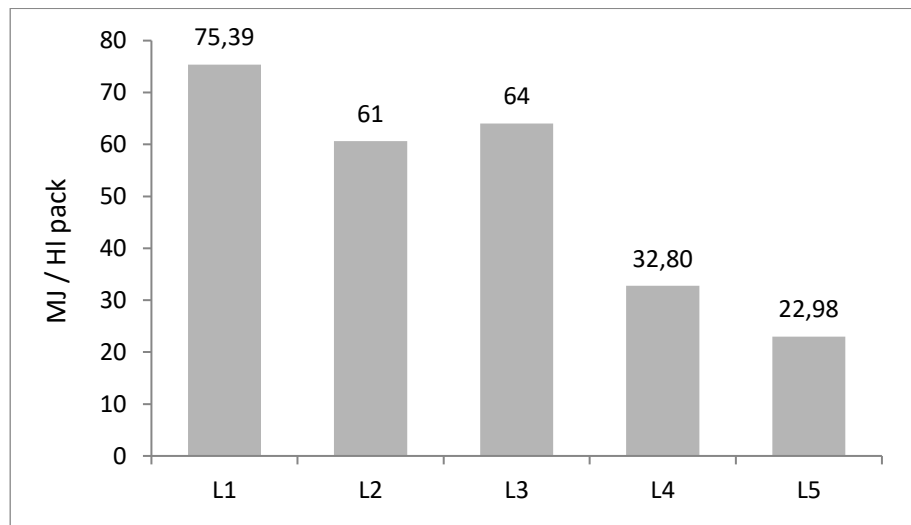


Figura 5.11. Consumo específico de energía térmica del área de envasado para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

De acuerdo a la Figura 5.11 la línea de producción con el mayor consumo de energía térmica es la línea 1. El análisis anterior permitió identificar cuales líneas de producción del área de envasado presentan una incidencia importante en el consumo de energía térmica en esta área, en este caso la línea 1 (L1) y la línea 3 (L3) tienen un mayor consumo específico de energía térmica con respecto a las otras líneas de producción.

5.3.2. Despliegues del consumo de energía eléctrica de las diferentes máquinas y equipos en el área de envasado.

En la sección 5.2.2 se mencionó que el área de envasado tiene uno de los consumos más importantes de energía eléctrica. En la figura 5.12 se muestra el comportamiento del consumo específico de energía eléctrica (kWh / HLp) para esta área de envasado con respecto a la meta (kWh / HLp) establecida para el año fiscal 2016.



Figura 5.12. Indicador de energía eléctrica del área de envasado comparado con la meta para el año fiscal 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la figura 5.12 se muestra que el indicador de consumo de energía eléctrica (kWh / HLp) se mantiene por encima de la meta establecida y comprueba que hay oportunidades de mejora debido al consumo importante de energía eléctrica en el área de envasado. Además, evidencia que no ha sido posible disminuir el indicador energético al punto que logre cumplir con la meta establecida para el cierre del año fiscal 2016.

De igual manera es conveniente identificar cuál sección del área de envasado presenta las mejores oportunidades para mejorar la eficiencia energética.

En el cuadro 5.9 se observa que el área de envasado se divide en 5 líneas de producción cuyos consumos de energía eléctrica se muestran a continuación.

Cuadro 5. 9. Despliegue del área de envasado para el consumo de energía eléctrica.

Línea de Envasado	kWh	Porcentaje	Hlp	kWh/Hlpack
L1	977.107,0	19%	228.602,3	4,274
L2	958.687,0	19%	252.564,3	3,796
L3	1.403.254,0	28%	722.792,7	1,941
L4	1.676.128,0	33%	744.762,1	2,251
L5	87.425,0	2%	25.100,6	3,483
TOTAL	5.102.601,0	100%	1.973.822,0	

Fuente: Comité de Energías, 2016.

El cuadro 5.9 muestra el consumo específico de energía eléctrica de cada línea de producción. Este consumo energético se ve afectado por diferentes máquinas como la lavadora de botellas, pasteurizador y la llenadora de botellas en las diferentes líneas de producción. En la línea 1 (L1) se tiene registrado un indicador de consumo de energía eléctrica importante de 4,274 kWh / Hlp mensual y para la línea 2 (L2) se tiene registrado un indicador de consumo de energía térmica de 3,796 kWh / Hlp, siendo estas las líneas de producción con un mayor consumo de energía eléctrica para el área de envasado.

En la figura 5.13 se comparan los consumos de energía eléctrica en las 5 líneas de producción del área de envasado.

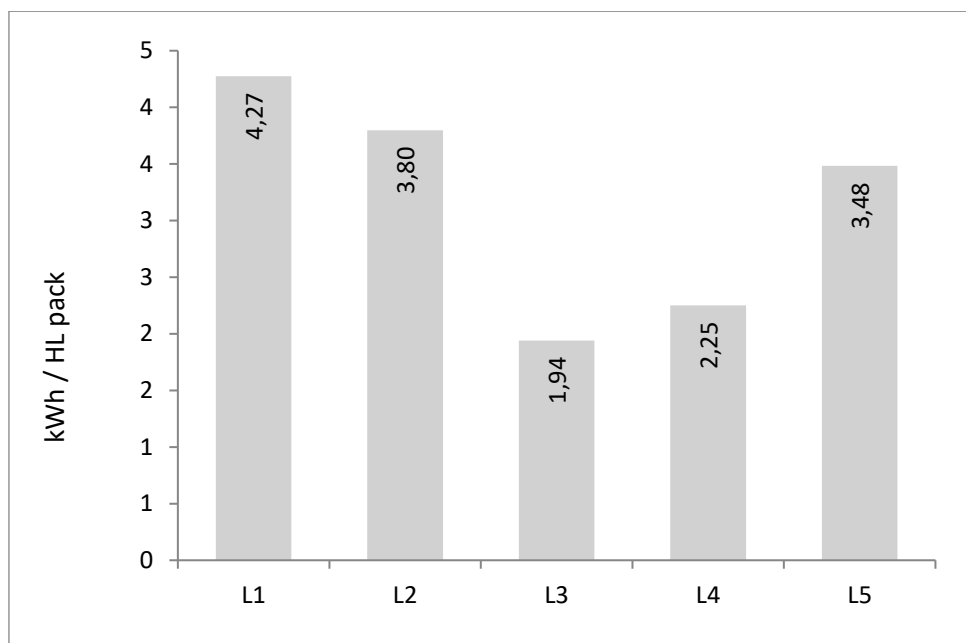


Figura 5.13. Consumo específico de energía eléctrica del área de envasado para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la Figura 5.13 se muestra que las máquinas y equipos de la línea 1 presentan una incidencia importante en el consumo de energía eléctrica en esta área.

5.3.3. Despliegues de consumo de agua de las diferentes máquinas y equipos en el área de envasado.

En la sección 5.2.3 se mencionó que el área de envasado tiene el consumo más importante de agua. En la figura 5.14 se muestra el comportamiento del consumo de agua (HL / HLp) para esta área con respecto a la meta (HL / HLp) establecida para el año fiscal 2016.

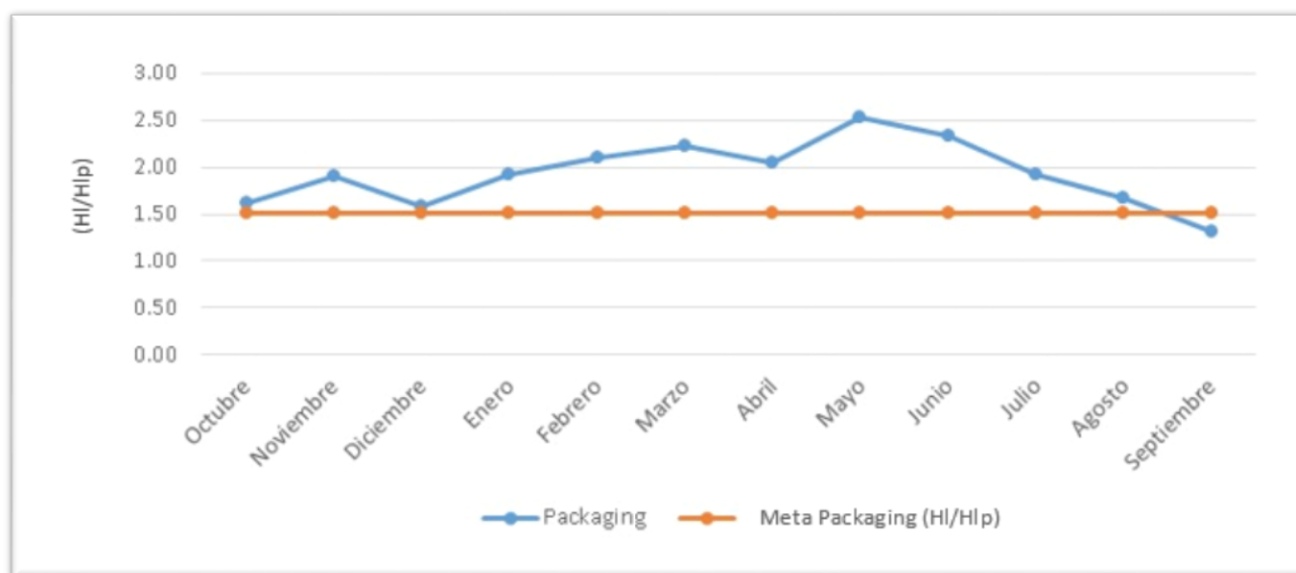


Figura 5.14. Indicador de consumo agua del área de envasado comparado con la meta para el año fiscal 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la Figura 5.14 se muestra que el indicador de consumo de agua (HL / HLp) se mantiene por encima de la meta establecida y sólo logró alcanzar esta meta para el mes de Setiembre, lo que comprueba que aún hay un consumo importante de agua para el área de envasado. De manera que se requiere de oportunidades de mejora para lograr disminuir el indicador al punto que logre cumplir con la meta establecida para el cierre del año fiscal 2016.

De igual manera que los consumos anteriores, es conveniente identificar cuál sección del área de envasado presenta las mejores oportunidades para mejorar la eficiencia energética.

En el cuadro 5.10 se muestran las 5 líneas de producción en las que se divide el área de envasado, cuyos consumos de agua se muestran a continuación.

Cuadro 5. 10. Despliegue del área de envasado para el consumo de agua.

Línea de Envasado	HL	Porcentaje	HLp	HL / HLpack
L1	488.070,0	17%	228.602,3	2,135
L2	433.720,0	15%	252.564,3	1,717
L3	1.310.240,0	45%	722.792,7	1,813
L4	691.750,0	24%	744.762,1	0,929
L5	16.337,0	1%	25.100,6	0,651
TOTAL	2.940.117,0	100%	1.973.822,0	

Fuente: Comité de Energías, 2016.

Cuadro 5. 11. Consumo de agua en líneas de envasado que cuentan con lavadora de botellas.

Línea de Envasado	Lavadora (HL)	Lav HL / HLp
L1	146.270,0	0,64
L2	433.390,0	1,72
L3	751.310,0	1,04
TOTAL	1.330.970,0	

Fuente: Comité de Energías, 2016.

Cuadro 5. 12. Consumo de agua en líneas de envasado que cuentan con pasteurizador.

Línea de Envasado	Pasteurizador (HL)	Past HL / HLp
L1	336.790,0	1,47
L3	556.000,0	0,77
L4	647.760,0	0,87
L4	125.208,0	4,99
TOTAL	1.665.758,0	

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En el cuadro 5.11 y cuadro 5.12 se muestra el consumo de agua para las máquinas en cada línea de producción. En el caso del pasteurizador y las lavadoras son máquinas que presentan un consumo importante de agua en el área de envasado.

En el cuadro 5.11 se tiene registrado un indicador de consumo de agua de 1,72 HL / HLp mensual para la lavadora correspondiente a la línea 2 (L2) siendo esta la lavadora con el mayor consumo de agua en el área de envasado. En la línea 2 solamente se cuenta con una lavadora de botellas que contribuye al consumo de agua en esta línea de producción.

En el cuadro 5.12 se tiene registrado un indicador de consumo de agua de 4,99 HL / HLp mensual para el pasteurizador correspondiente a la línea 5 (L5) siendo este el pasteurizador con el mayor consumo de agua en el área de envasado. En la línea 5 solamente se cuenta con un pasteurizador que contribuye al consumo de agua en esta línea de producción.

En la figura 5.15 se comparan los consumos de agua en las 5 líneas de producción del área de envasado.

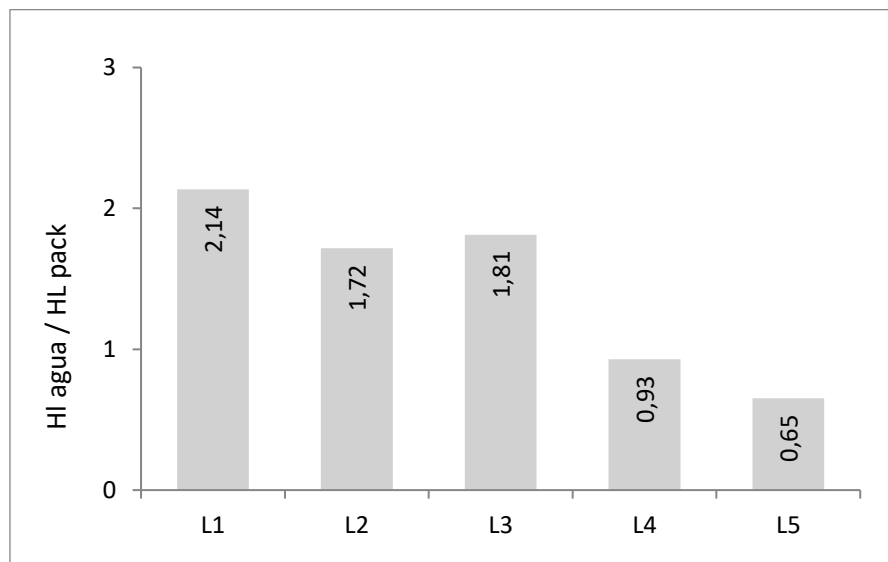


Figura 5.15. Consumo específico de agua del área de envasado para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la Figura 5.16 se muestra las máquinas y equipos de la línea 1 las cuales presentan una incidencia importante en el consumo de agua en esta área.

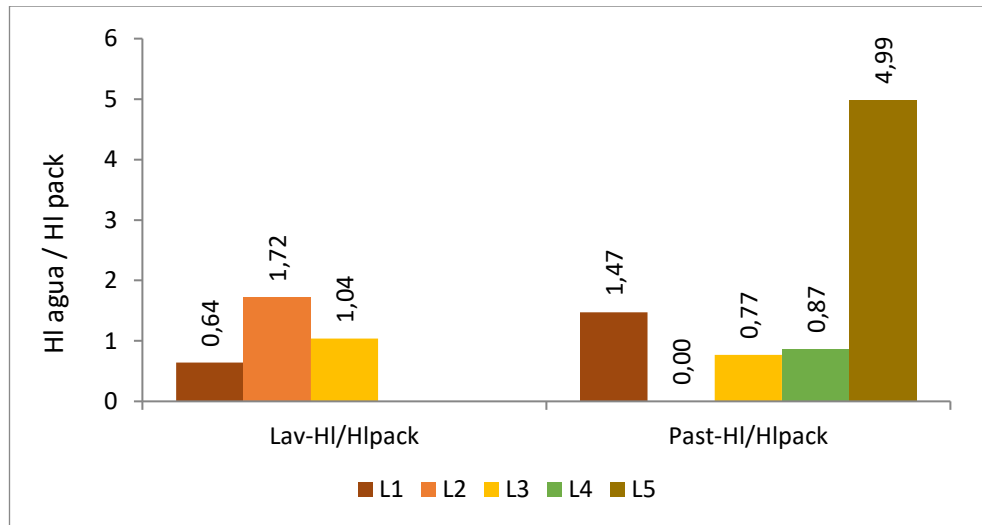


Figura 5. 16. Consumo específico de agua por máquina para las diferentes líneas de producción del año fiscal 2016.

Fuente: Comité de Energías, 2016.

En la Figura 5.16 se muestran máquinas y equipos que presentan un consumo de agua importante para cada línea de producción. Se puede observar que las lavadoras de botellas y los pasteurizadores tienen un consumo importante de consumo de agua. En el caso de la lavadora de la línea 2 (L2), con respecto a las demás lavadoras, tiene un mayor indicador de consumo de agua en el área de envasado. En el caso del pasteurizador de la línea 5, con respecto a los demás pasteurizadores, tiene un mayor indicador de consumo de agua en el área de envasado.

5.3.4. Alcance del objetivo para el estudio.

En la sección 5.2.4 se mencionó que este proyecto se va a enfocar en el área de envasado. Después de analizar los consumos de las diferentes líneas de producción de esta área, es evidente que se requiere mejorar la gestión energética de las siguientes máquinas y equipos: lavadora de botellas, lavadora de cajas, llenadora de botellas y pasteurizadores.

5.4. Oportunidades de mejora de uso eficiente en la operación de máquinas y equipos con un mayor impacto de consumo energético en el área de envasado.

En la sección 4 se mencionó que dentro de la metodología del estudio se analizó las diferentes actividades realizadas por los operadores durante la operación de las máquinas y equipos que cuentan con un mayor impacto de consumo energético y consumo de agua dentro del área de envasado, lo que permitió identificar oportunidades de mejora.

Cómo método de plan de acción de la investigación se elaboraron cuadros de acuerdo a las oportunidades de mejora identificadas para las máquinas y equipos con un mayor impacto de consumo de energético en el área de envasado, identificada anteriormente como el área que cuenta con un mayor consumo energético.

A continuación, cada cuadro permite concretar las oportunidades de mejora por medio de una revisión general de la siguiente forma:

1. Primero se expone la operación normal del equipo o máquina.
2. De seguido se detallan los principales problemas identificados durante la operación.
3. Luego se describe cómo se resuelven los problemas identificados durante la operación normal del equipo o máquina.
4. Como siguiente paso se expone la oportunidad de mejora identificada durante la investigación de acuerdo al problema durante la operación del equipo o máquina.
5. Finalmente, la oportunidad de mejora se clasifica en casillas de consumo de agua, electricidad y/o energía térmica, dependiendo del impacto de ahorro y uso eficiente que tenga la oportunidad de mejora en cada consumo energético durante la operación del equipo o máquina.

5.4.1. Lavadoras de botellas del área de envasado.

El área de envasado se divide en cinco líneas de producción, en las cuáles se utiliza una lavadora de botellas para tres de las cinco líneas de producción. En el Cuadro 5.13 se muestran los principales problemas y las áreas de oportunidad detectadas en esta sección del proceso.

Cuadro 5. 13. Revisión general de las lavadoras de botellas del área de envasado.

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Dentro de la lavadora se generan muchos residuos (servilletas o empaques que vienen dentro de la botella) y estos actualmente se sacan a mano. El espacio es muy pequeño por lo que es muy incómodo el proceso de limpieza el operador dura mucho tiempo limpiando.	Alto consumo de energía eléctrica y agua. Si hay paros hay gastos de agua y energía hasta que termine el proceso de limpieza.	Actualmente se saca con un tipo de rastrillo a mano, ocurrió un accidente por hacerlo manualmente debido al espacio limitado y el piso húmedo.	Se propone tener un tipo de caracol que trabaje cuando la máquina está detenida, este comienza a dar vuelta para sacar todas las impurezas, eliminar y sacar las etiquetas y evitar la contaminación del agua. Esto va a permitir que el operador no gaste demasiado tiempo en este proceso de limpieza y se automatice.	X	X	
Cuando limpian manualmente duran mucho tiempo lavando los filtros. Se gasta mucho tiempo en el proceso de limpieza de los filtros.	Alto consumo de agua, y energía eléctrica. Pérdidas de agua, tiempo del operador y energía eléctrica.	Actualmente los operadores limpian manualmente los filtros, los sacan, lavan los filtros, lavan el piso y nuevamente ponen los filtros.	Se propone poner unos filtros con transportadoras que van sacando cada 30 min las impurezas para limpiar el agua que se utiliza, puesto que la mayoría de paros suceden por la basura acumulada. Las transportadoras van a recoger gran cantidad de basura generada. Así las impurezas no van a contaminar el agua.	X	X	

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Uso de lavadora durante la producción normal de planta.	Altos consumos de energía térmica y agua.	Implementando acciones de mejora descritas en el área de oportunidades	Se propone eliminar las incrustaciones de intercambiador de lavadora, eliminar las tuberías de vapor directo a lavadoras para evitar inyección directa constante, habilitar uso de cascada en lavadora de línea 1 y lavadora de línea 3, y mantener cerradas herméticamente las tapas en las lavadoras.	X		X
Los enjuagues finales no se recuperan luego del lavado de las botellas de línea 1 y línea 3.	Alto consumo de agua.	Actualmente no se recupera el agua del lavado para enjuague de botellas.	Se propone la recuperación del agua de los enjuagues finales de lavadora de botellas de línea 1 y 3 para la lavadora de cajas respectiva en la línea de producción. Se debe de revisar LILA de presión de enjuagues finales de las lavadoras.	X		
El uso de lavadora no estandariza actualmente la revisión de la entrada de vapor ni la del agua para el envase one way en la lavadora de botellas de línea 1 y línea 2.	Alto consumo de energía eléctrica, térmica y agua.	Actualmente no se regula la entrada de vapor ni de agua para envase one way en las lavadoras.	Se propone regular la entrada de vapor y de agua para envase one way en lavadoras de línea 1 y 2, de esta manera utilizar el recurso necesario y no generar desperdicio de vapor o de agua en esta operación.	X	X	X

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Cuando ocurren paros de máquina de la lavadora 2, las bombas de inyección de agua y soda deben cerrarse manualmente lo que provoca altos consumo y desperdicios, ya que hay un operador por lavadora.	Alto consumo de agua y soda.	Actualmente cuando ocurren paros de máquina de la lavadora 2 se deben cerrar automáticamente las bombas de inyección de agua y de soda.	Se propone automatizar las bombas de inyección de agua y soda en la lavadora 2 durante los paros de máquina, para que no haya un desperdicio de los mismos.	X	X	
Cuando hay paros en la lavadora de botellas de línea 2 por falta de envase continúan prendidas las 4 bombas en el lavado de botellas.	Alto consumo de energía eléctrica.	Actualmente cuando ocurren paros por falta de envase en la lavadora 2 las 4 bombas continúan prendidas y genera un desperdicio de energía.	Se propone programar apagado de las 4 bombas en la lavadora de botellas de línea 2 cuando hay paros mayores por falta de envase.		X	

5.4.2. Lavadoras de cajas del área de envasado.

La empresa en estudio cuenta con un área de Envasado que se divide en cinco líneas de producción de las cuales sólo tres líneas utilizan lavadora de cajas. En el Cuadro 5.14 se muestran los principales problemas y las áreas de oportunidad detectadas en esta sección del proceso.

Cuadro 5. 14. Revisión general de las lavadoras de cajas del área de envasado.

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Se abastece la lavadora de cajas con agua potable, por lo que hay un gasto importante de agua.	Alto consumo de agua. Se contamina el agua potable y se manda directamente al caño.	Oportunidades en proyectos para evitar el uso de agua potable.	Se propone abastecer lavadoras de cajas con el agua de los enjuagues finales de la lavadora de botellas, es decir reusar el agua de lavadora de botellas de línea 2 y 3 en lavadoras de cajas por línea. En la empresa existe un tanque de abastecimiento de agua (llamado titanic) el cual una vez que cuente con sistema de tratamiento y aseguramiento de la calidad del agua se propone que se pueda utilizar el agua en las lavadoras de cajas.	X		
La lavadora de cajas de línea 3 no tiene control de entrada de agua por lo que se genera un alto consumo.	Alto consumo de agua.	Se controla manualmente la entrada de agua en la lavadora de línea 3.	Se propone programar las electroválvulas en la lavadora de cajas de línea 3 para controlar la entrada de agua y que no se genere un desperdicio de este recurso.	X		

5.4.3. Llenadoras de botellas del área de Envasado.

En cada una de las cinco líneas de producción de la empresa se utiliza una llenadora de botellas por línea de producción. En el Cuadro 5.15 se muestran los principales problemas y las áreas de oportunidad detectadas en esta sección del proceso.

Cuadro 5. 15. Revisión general de las llenadoras de botellas del área de envasado.

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
La purga que hace una inyección de aire a la botella, además hace una purga constante de agua que se dirige al caño.	Alto consumo de agua. El agua se desecha y no se utiliza más.	El agua que sale de la purga cae al suelo y se dirige al caño sin ser aprovechada en otro lugar.	Se propone redirigir el agua que sale de la purga por medio de una conexión directa a una ducha que se utiliza para quitar rastros de bebidas cuando la botella sale de las llenadoras. Así se reutiliza esta agua y no se utiliza más agua en el proceso. *	X		
Cuando existe bajo nivel de CO ₂ en la llenadora suceden rechazos de botella. Si el operador no se da cuenta la llenadora hace un paro en el momento en que la mesa de rechazo este llena de botellas (exceso de rechazo a la salida).	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdida de energía eléctrica, y pérdida de producto.	Actualmente el operador tiene que realizar un paro y ajustar la presión y sacar las botellas rechazadas lo que quita tiempo de operación.	Se propone colocar un sensor o alarma de paro en el momento que haya un bajo nivel de CO ₂ . Esto va a permitir que cuando el manómetro indica una pérdida de presión la llenadora pare y no rechace las botellas. Así no se generarían pérdidas de energía eléctrica ni de producto.		X	

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Salida de botellas de las llenadoras con bajo nivel de producto ocasionado por que los empaques de las tulipas cuando se encuentran dañados.	Alto consumo de energía eléctrica. Salida de botellas con bajo nivel de producto. Pérdida de producto y energía y oxígeno.	Los operadores tienen que realizar un paro manual para realizar el cambio de los empaques de las tulipas.	Capacitar a los operadores para mantener siempre los pedidos de empaques de tulipas al día por medio de inspecciones mensuales, tener siempre unos repuestos cerca del lugar de operación y realizar el cambio lo más rápido que se pueda para continuar la operación.		X	
Cuando ocurre un paro mayor a 30 min en una bodega fría, si no se les indica a los operadores, la bomba sigue funcionando para calentar el producto.	Pérdidas energía al continuar la bomba prendida y pérdida de calor al calentar el producto.	Los operadores de la línea llevan el control de todos los paros, si ocurre un paro crítico, deben llamar al personal de la bodega fría para que apaguen la bomba.	Capacitar a los operadores a identificar paros críticos, y cuando esto sucede se debe informar al personal de la bodega fría de apagar la bomba para que esta no continúe trabajando ni calentando el producto innecesariamente.		X	X
Cuando ocurre un paro de llenadora en periodo inferior a 30 min, las bandas transportadoras no se apagan y continúan corriendo sin realizar ninguna función.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdida de energía al continuar trabajando los transportadores durante un paro de llenadora.	Actualmente cuando hay paros no se apagan las transportadoras, y estos pueden durar 30 min o más.	Capacitar a los operadores que en el momento en que se les indique que hay un paro de llenadora mantener los transportadores apagados (de empacadora a empacadora, por ejemplo) esto con los paros que vayan a durar más de 30 min. Al apagar al menos un 20% de la línea durante un paro hay un ahorro importante. Se propone automatizar el sistema para este tipo de paros.		X	

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Al utilizar los cuartos de control, cuarto de tapilla y demás se dejan las luces prendidas. A estos lugares se ingresa solamente 5 veces al día aproximadamente.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdida de energía eléctrica al dejar las luces prendidas durante el día.	Se mantienen las luces encendidas durante todo el día. Sólo cuando los operadores se acuerdan las apagan.	Se propone colocar ayudas visuales que indiquen apagar las luces o automatizar por medio de sensores de luz para que se apaguen las luces cuando no se estén utilizando.		X	
Cuando hay operación de la llenadora pueden aparecer diferentes fugas de agua (tuberías, mangueras) y de vapor.	Alto consumo de agua y energía térmica. Pérdida de agua, pérdida de vapor.	Cuando un operador encuentra una fuga debe de reportarla inmediatamente al supervisor o encargado de mantenimiento para su solución.	Capacitar a los operadores que cuando notifiquen alguna fuga, ya se de agua o de vapor, de reportarla inmediatamente al encargado de mantenimiento para su solución y posteriormente darle seguimiento para verificar que se resolvió la fuga.	X		X
Un punto crítico de la llenadora es el sistema de explosión, cuando una botella es muy antigua, esta no resiste la presión que se le genera cuando se le inyecta el producto. Al reventar la botella se activa el sistema de explosión, las duchas lavan y el agua de dirige al caño debajo de la llenadora.	Alto consumo de agua. Pérdidas de energía porque saca automáticamente 21 botellas luego de la explosión. Pérdidas de agua.	El operador debe de verificar que las duchas de agua estén funcionando y lavar la zona donde ocurrió la explosión.	Capacitar a los operadores para que verifiquen que las duchas de agua estén funcionando y lavar la zona donde ocurrió la explosión. Además de realizar inspecciones del sistema de explosión y de las duchas bimestralmente.	X		

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
En el momento que la máquina queda fuera de servicio en la llenadora de línea 2 se debe cerrar la llave interna principal de agua de la llenadora. Si no se cierra, las llaves van a estar sacando agua.	Alto consumo de agua. Pérdida de agua.	Las llaves de la llenadora de línea 2 están constantemente abiertas, si se cierra la principal ya no hay salida de agua.	Capacitar a los operadores que cuando hay un paro importante de la máquina cerrar la llave interna principal de agua de la llenadora de línea 2. Esto permite evitar la salida innecesaria de agua puesto que las llaves de la llenadora se encuentran constantemente abiertas.	X		
Ocurre que luego de la lavadora las botellas tengan rastros de agua o de soda cáustica para esto existe un sensor de soda cáustica que indica si una botella viene con esa impureza y detiene la máquina.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdidas de energía ya que se genera un paro por alguna impureza que lleve la botella.	Los operadores deben de estar al tanto y revisar constantemente las botellas que tengan este inconveniente.	Capacitar a los operadores a identificar cuando hay un paro de este tipo y cómo actuar de manera inmediata para volver a la operación y no hacer un uso de energía innecesario en las máquinas anexas a la llenadora.		X	
En la llenadora de botellas de línea 2, los coronadores de botella deben de tener 28.7+- 0.1 mm como nivel aceptable de corona. Si es menor va a comenzar a picar la botella, si es mayor va a causar fugas de producto ya que no queda bien coronada.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdidas de botellas, de energía y de producto.	Los operadores deben estar al tanto de que los coronadores están bien ajustados.	Capacitar a los operadores a identificar cuando los coronadores tienen las dimensiones adecuadas para no causar pérdidas de botellas ni de producto. De manera que no se afecta la operación y no hay un consumo innecesario de energía.		X	

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
En la llenadora de botellas de línea 2 se trabaja con muchas electroválvulas. A la hora que esta abre o cierra tiene un sensor que permite verificar que la electroválvula está realizando el paso correctamente.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdidas de aire y de energía.	El operador tiene que revisar que no haya fugas por la cantidad de mangueras que se utilizan. Si hay una fuga deben de reportarla inmediatamente.	Programar una inspección después de la limpieza para verificar que no haya ninguna fuga, esto para darle un enfoque mayor al reporte de fugas		X	
Al final de la producción es importante cerrar la llave de aire, CO ₂ y agua. Estas tienen que quedar siempre cerradas. Y cuando inicia nuevamente el proceso abrirlas inmediatamente.	Alto consumo de agua. Pérdida de agua, CO ₂ y aire.	El operador debe de cerrar al final de la producción la llave de aire, CO ₂ y agua.	Capacitar a los operadores de cerrar al final de la producción la llave de aire, CO ₂ y agua. Esto para evitar un gasto innecesario de agua. Y cuando inicia nuevamente el proceso abrirlas inmediatamente.	X		
Cuando ocurre un paro el operador de la llenadora tiene que estar al tanto, como grupo de trabajo de la línea tienen que comunicarse entre ellos para averiguar bien cuál es la situación, cuánto tiempo van a durar resolviendo y apagar las máquinas después de la llenadora.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdida de producto, pérdida de energía eléctrica.	El operador debe de estar pendiente de apagar e indicarles a los demás operadores que ocurrió un paro para que estos apaguen las máquinas.	Capacitar a los operadores para que haya una mejor comunicación entre los compañeros de línea y para cuando ocurre un paro tener la autoridad de llamar a los otros operadores y estar pendientes de la situación. Por ejemplo, apagar los transportadores de cajas para no gastar energía innecesariamente.		X	

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
La llenadora de botellas de línea 3 está cerca de las ventanas, por lo que no se necesitan las luces prendidas, ya que hay entrada de luz suficiente para visualizar el proceso durante el día.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdida de energía eléctrica al dejar las luces prendidas durante el día.	Se mantienen las luces encendidas durante todo el día. Sólo cuando los operadores se acuerdan las apagan.	Se propone poner ayudas visuales que indiquen apagar las luces o automatizar por medio de sensores de luz para que se apaguen las luces cuando no se estén utilizando.		X	
Las mangueras de aire que utiliza la llenadora de botellas de línea 3 son muy antiguas por lo que ocasionan fugas de aire de la llenadora.	Pérdida de aire.	Cuando un operador encuentra una fuga debe de reportarla inmediatamente al supervisor o encargado de mantenimiento para su solución.	Cambiar el sistema de mangueras de la llenadora de línea 3 para que no ocurra más salida de aire innecesariamente por fugas. Capacitar a los operadores que cuando notifiquen alguna fuga, de reportarla inmediatamente al encargado de mantenimiento para su solución.		X	
En el laboratorio de la línea 3 se utiliza mucho el tubo de agua, cuando se termina de utilizar hay que cerrarlo correctamente. Han dejado el tubo abierto y se desborda.	Alto consumo de agua. Pérdida de agua.	Cerrar el tubo después de utilizarlo en el laboratorio de la llenadora.	Poner una ayuda visual: Mantener el tubo cerrado. Y capacitar a los operadores en el ahorro de agua. Se propone revisar el tipo de tubo y modificar la tecnología para que cierre por sensor u otro cierre automático de tipo mecánico.	X		

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Cuando ocurren pérdidas de grasa o aceite en donde se utiliza esta, los operadores tienen que estar pendientes y dar el aviso para que se resuelva ya que si no se hace rápido puede dañar la llenadora. Tiene que salir de color blanca.	Alto consumo de energía eléctrica. Pérdida de energía.	Los operadores tienen que dar el aviso de la pérdida de grasa y verificar que salga blanca, si sale de color negro no está realizando ninguna función.	Capacitar a los operadores que cuando hay pérdidas de grasa estar pendientes y dar el aviso para resolver rápido y no durar mucho tiempo puesto que se puede dañar la llenadora. Verificar que la grasa sale de color blanco y no de color negro. Verificar si como parte de OPL o mantenimiento preventivo hay alguna actividad de revisión de nivel de grasa o como saber si hay pérdida.		X	
En la operación normal de las llenadoras durante la limpieza de CIP del material de llenado no hay un control de temperatura.	Alto consumo de energía térmica.	Implementando acciones de mejora descritas en el área de oportunidades.	Se propone que en la limpieza de CIP del material de llenado pueda realizarse con una reducción de temperatura a 70 °C.			X

* Realizar un estudio a la calidad del agua, para así evitar una contaminación cruzada si esta que sale de la purga no cumple con las condiciones de calidad o inocuidad requerida.

5.4.4. Pasteurizadores del área de envasado.

Dentro de las cinco líneas de producción de la empresa se utiliza un pasteurizador por línea de producción. En el Cuadro 5.16 se muestran los principales problemas y las áreas de oportunidad detectadas en esta sección del proceso.

Cuadro 5. 16. Revisión general de los pasteurizadores del área de envasado.

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Uso del pasteurizador durante la producción normal de planta.	Alto consumo de energía térmica.	Implementando acciones de mejora descritas en el área de oportunidades.	Se propone eliminar incrustaciones de intercambiador de los pasteurizadores y mantener cerradas herméticamente las tapas de los pasteurizadores.			X
Durante la operación de los pasteurizadores no se ha realizado un plan de balanceo de pasteurizadores para utilizar el vapor necesario en el proceso.	Alto consumo de energía térmica.	Actualmente no existe un plan de balanceo para los operadores de máquina.	Se propone realizar un balance de los pasteurizadores, establecer un plan de balanceo de pasteurizadores cada dos meses y realizar capacitaciones de balanceo de pasteurizadores a operadores del equipo y realizar un OPL del proceso.			X

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Durante la operación de los pasteurizadores se usa agua recirculada para el proceso, pero no está automatizado.	Alto consumo de agua.	Actualmente el uso de agua recirculada en los pasteurizadores se maneja de forma manual.	<p>Se propone automatizar el uso de agua recirculada en los pasteurizadores para que de esta forma se utilice la cantidad necesaria de agua y no se genere un desperdicio cuando esta no se necesite.</p> <p>Además, hay una oportunidad del agua utilizada en la limpieza de los rociadores del pasteurizador 3 se reutilice y se conecte al sistema titanic.</p> <p>También implementar un sistema de optimización en el uso de agua en pasteurizadores ECO plus (pasteurizador 4).</p>	X		
Durante la operación de los pasteurizadores se debe de utilizar agua caliente.	Alto consumo de energía térmica y agua.	Implementando acciones de mejora descritas en el área de oportunidades.	Se propone utilizar el agua caliente de reblase del sistema titanic como alimentación del intercambiador de calor de los pasteurizadores.	X		X

Operación normal de la máquina/equipo	Principales problemas	Cómo se resuelven	Oportunidad de mejora identificada	Oportunidad en:		
				Agua	Eléctrica	Térmica
Durante el proceso normal de los pasteurizadores no hay control sobre el cierre de las válvulas principales de suministro de agua y vapor cuando no hay horas de producción.	Alto consumo de energía térmica y agua.	Implementando acciones de mejora descritas en el área de oportunidades.	Se propone capacitar a los operadores para cerrar las válvulas principales de suministro de agua y vapor para pasteurizadores cuando no hay horas de producción.	X		X

6. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones más importantes como producto de los resultados obtenidos durante el desarrollo de este proyecto, evidenciando el cumplimiento de los objetivos que se plantearon.

- La planta de bebidas cuenta con un registro de consumo energético y consumo de agua mensual que permite establecer indicadores energéticos: el indicador de energía térmica mensual que se establece en MJ / Hlp, el indicador de energía eléctrica mensual que se establece en kWh / Hlp, y el indicador de agua mensual que se establece en Hl / Hlp. Esto permitió analizar los consumos energéticos en áreas específicas para llevar a cabo la gestión energética.
- En la fase de recopilación de datos se identificó oportunidades de mejora en el control de registros de la información en cuanto a la medición del consumo de energía y consumo de agua, para lograr un uso eficiente en el control de la medición de consumos energéticos e incentivar una cultura de medición y control de operación en las diferentes áreas de elaboración y producción de bebidas para mejorar los indicadores energéticos.
- Durante la investigación se identificó que los operadores de las máquinas, son una fuente de información esencial para mejorar la operación y eficiencia de las máquinas y equipos, debido a que conocen sus deficiencias. Por esto es de suma importancia involucrarlos dentro de una gestión energética.
- Por medio de la comparación de indicadores de consumo energético se logró identificar el área con un mayor impacto energético con respecto al consumo de energía térmica, consumo de energía eléctrica y consumo de agua, la cual corresponde al área de envasado.

- A partir de un análisis de los consumos de las diferentes líneas de producción en el área de envasado, se identificó máquinas y equipos con un alto consumo energético y/o consumo de agua, las cuales son: lavadora de botellas, lavadora de cajas, llenadora de botellas y pasteurizadores.
- Dentro del plan de acción de esta investigación se elaboró cuadros de acuerdo a las oportunidades de mejora identificadas para las máquinas y equipos con un mayor impacto de consumo de energético en el área de envasado, lo que permitió concretar las oportunidades de mejora de acuerdo al impacto en consumo energético y/o agua para uso e implementación en la planta de bebidas.

7. RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las recomendaciones en busca de mejorar el desarrollo de diferentes actividades para una mayor eficiencia energética en los procesos con un mayor impacto energético en la empresa de estudio.

- Se recomienda preparar un plan de ahorro energético por área para mejorar no sólo los procesos de operación sino para crear conciencia entre los operadores e incentivar la cultura de ahorro energético durante las actividades productivas que se realizan en la empresa.
- Se recomienda realizar auditorías energéticas de todos los procesos en una base regular y en ronda por medio de inspecciones mensuales que permitan identificar más oportunidades de mejora y tener un mayor control de la operación de máquinas y equipos.
- La persona encargada de registrar el dato diariamente de los diferentes medidores debe anotar el dato a la hora indicada, ya que el medidor registra un día completo de 24 horas, es decir la diferencia entre un día y otro es lo que se consume entre las 6 am del día 1 hasta las 6 am del día 2, por lo tanto, un desfase de horas entre una medición y otra no va a permitir reportar el consumo real durante ese día.
- Se deben de calibrar los medidores, debido a que si un medidor reporta negativos (números que no concuerdan con un aumento de consumo) durante un tiempo específico, va a generar que no se obtenga un dato del consumo real del día medido y el dato de lectura se debe eliminar del registro.
- Instalar los medidores propuestos de consumo de energía eléctrica, consumo de energía térmica y consumo de agua, va a permitir tener un mayor control por área. Es importante que una vez instalados e implementados se actualice el diagrama de medidores para cada tipo de consumo.

- Cronometrar los relojes de la empresa con los medidores de energía eléctrica que permita realizar inicios y finales de operación de máquinas en los periodos de tiempo donde el cobro de la energía por kWh sea más económico.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Extremeña de la Energía (AEE). (2014) *Eficiencia Energética en Empresas del Sector Agroalimentario*. España-Portugal.
- Asociación de Industrias Agroalimentarias (CONSEBRO). (2011). *Buenas prácticas en la gestión del agua en el sector agroalimentario*. San Adrian, Navarra, España.
- Banco Central de Costa Rica. (2011). *Matriz Insumo Producto 2011, 77 Productos*. Recuperado de http://www.bccr.fi.cr/publicaciones/sector_real
- Banco Central de Costa Rica. (2014). *Cifras Cuentas Nacionales 1991-2013 a precios Constantes*. Recuperado de http://www.bccr.fi.cr/publicaciones/sector_real/
- BP. (2015) *BP Statistical Review of World Energy 2015*. Recuperado de <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf>
- Chanto, L. F. (2010). *Manual de la Gestión Energética: Los Programas de Uso Eficiente de la Energía para la Industria y La Auditoría Energética*. San José: Consultores en Ingeniería y Recursos Energéticos, S.A.
- Comisión Económica Para América Latina Y El Caribe CEPAL. (2011) *Istmo Centroamericano: Estadísticas del Subsector Eléctrico*. Informe preliminar del segmento de la producción de electricidad.
- Comisión Económica Para América Latina Y El Caribe CEPAL. (2014). *Centroamérica: estadísticas del subsector eléctrico*. México D.F., México: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Dirección Sectorial de Energía. (2006). *Sistemas de Información Energética Nacional*. Revista Energía, 50.
- Dirección Sectorial de Energía. (2012). *Balance Energético Nacional de Costa Rica 2011*. San José.

- Dirección Sectorial de Energía. (2014). *Matriz del Balance Energético Nacional*. San José, Costa Rica.
- Estado de la Nación (2011). *Sostenibilidad y Eficiencia: El futuro de la energía en Costa Rica*. Capítulo 6. San José, Costa Rica. Recuperado de http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/016/H_CAP_6_16.pdf
- Florida Ice and Farm Company. S.A. FIFCO. (2013) *Cómo se hace la cerveza*. Recuperado de <http://www.florida.co.cr/website/Product/index/22>
- García, F., Garcés, P., & Atiaja, R. (2012). *Panorama General del Sector Eléctrico en América Latina y el Caribe*. Quito: OLADE.
- Heineken. (2015). *Heineken Acronyms & Abbreviations Dictionary (HAAD)*. Heineken University, United Kingdom.
- Instituto Costarricense de Electricidad ICE. (2017). *Informe anual 2016: Generación y Demanda*. San José, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Electricidad ICE. (2014). *Plan de Expansión de la Generación Eléctrica Periodo 2014-2035*. San José, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Electricidad, Dirección de Planificación Financiera, Gerencia de Finanzas. (2014). *Informe mensual de ventas de energía eléctrica a consumidores directos*. San José, Costa Rica.
- International Energy Agency (IEA). (2015). *Indicadores de Eficiencia Energética: Bases Esenciales para el Establecimiento de Políticas*. 9 rue de la Fédération Paris, Francia.
- Krones (2016). *Cajas limpias para presentar la marca*. Recuperado de <http://www.krones.com/es/products/llenado/lavadora-de-cajas.php>
- Krones (2016). *Lavadora compacta de botellas*. Recuperado de <http://www.krones.com/es/products/llenado/lavadora-de-botellas-con-entrada-y-salida-en-un-lado.php>
- Krones (2016). *Pasteurización segura y económica*. Recuperado de <http://www.krones.com/es/products/llenado/pasteurizacion-cerveza.php>

- Krones (2016). *Sistema de llenado para cerveza*. Recuperado de <http://www.krones.com/es/products/llenado/krones-sistemas-de-llenado-para-cerveza.php>
- Martínez, A. (2007). *Energy Management*. Honolulu: Atlantic International University.
- Ministerio de Ambiente y Energía. *Reglamento para la Regulación del Uso Racional de la Energía*. Pub. L. No. 25584 (1994). Costa Rica.
- Ministerio de Ambiente y Energía MINAE. (2015). *VII Plan Nacional de Energía 2015-2030*. San José, Costa Rica
- Organización de los Estados Americanos OEA. (2009). *Seguridad Energética para el Desarrollo Sostenible en las Américas*. Washington D.C.
- Organización Internacional de Normalización. ISO 50001: Sistemas de Gestión de la Energía (2011). Costa Rica.
- Roldán, C. (2017). *Situación Energética Mundial*. Presentación Power Point.
- Rojas, C. (2012). *Caracterización del Consumo de Energía y Potencial de Ahorro del Sector Industrial Venezolano*. Universidad Simón Bolívar.
- Talla, E. (2015). *Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Banco Central de Costa Rica. (2011). *Matriz Insumo Producto 2011, 77 Productos*. Recuperado de http://www.bccr.fi.cr/publicaciones/sector_real
- Vallejos, M. (2008) *La Energía: ¿Qué es la energía? Fuentes y tipos de energía*. Recuperado de <http://www.biodisol.com/biocombustibles/la-energia-que-es-la-energia-fuentes-de-energia-tipos-de-energias-energias-renovables-energias-contaminantes/>

APÉNDICES

APÉNDICE 1: INDICADORES MENSUALES DE ENERGÍA TÉRMICA

Cuadro A.1.1 Indicadores mensuales de energía térmica para las áreas de elaboración y producción de bebidas.

INDICADOR MENSUAL (MJ / HLp)							
Mes	Total	Brewhouse	Cellars/Service Blk.	Packaging	Utility department	Exports	Unidentified consumption
Octubre	198,72	74,78	7,9	87,98	18,06	0,12	9,88
Noviembre	188,82	55,08	7,02	93,6	18,26	0,12	14,74
Diciembre	178,4	55,4	7,48	86,28	19	0,08	10,16
Enero	184,56	65,9	6,56	90,1	13,68	0,12	8,2
Febrero	191,34	65,38	8,06	93,74	15,14	0,14	8,88
Marzo	191,84	53,14	10	89,24	24,46	1,92	13,08
Abril	205,08	58,26	10,38	101,26	22,82	0,16	12,2
Mayo	225,64	64	10,14	113,96	24,18	0,18	13,18
Junio	213,84	51,74	9,72	117,96	22,48	0,12	11,82
Julio	265,16	79,86	21,8	132,12	16,64	4,5	10,24
Agosto	218,72	68,5	10,72	96,18	29,04	0,22	14,06
Setiembre							

Cuadro A.1.2 Eficiencia de las 3 calderas en la producción de vapor para las áreas de elaboración y producción de bebidas.

EFICIENCIA (kg vapor / kg búnker)			
Mes	Caldera 1	Caldera 2	Caldera 3
Octubre	14,74	11,74	15,30
Noviembre	14,75	15,83	15,20
Diciembre	15,15	16,31	15,69
Enero	14,41	14,86	14,39
Febrero	14,45	16,36	14,29
Marzo	14,74	16,75	15,40
Abril	14,73	14,74	12,38
Mayo	14,92	15,49	15,40
Junio	14,35	15,83	14,78
Julio	14,84	12,04	15,09
Agosto	14,53	15,86	12,00
Setiembre	14,28	14,66	15,63

APÉNDICE 2: INDICADORES MENSUALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Cuadro A.2.1 Indicadores mensuales de energía eléctrica para las áreas de elaboración y producción de bebidas.

INDICADOR MENSUAL (kWh / HLP)														
Mes	Total	Brewhouse	Cellars/Service Blk.	Packaging	Utility department	Others	Unidentified consumption	Cooling	Compr essed air	CO2 plant	Steam plant	Water treatment plant	Waste water treatment plant	Engine room others
Octubre	34,8	0,76	2,46	5,74	12,54	0,32	0,42	5,88	1,62	1,34	0,58	0,98	1,82	0,34
Noviembre	31,86	0,56	2,18	5,66	11,44	0,26	0,32	5,32	1,62	1,1	0,54	0,96	1,62	0,28
Diciembre	31,16	0,5	2,26	5,54	11,08	0,24	0,46	5,12	1,66	1,18	0,52	0,88	1,48	0,24
Enero	33,74	0,6	2,6	5,72	12,12	0,28	0,28	5,76	1,56	1,26	0,58	1	1,68	0,3
Febrero	31,36	0,64	2,34	5,48	11,28	0,26	0,12	5,48	1,46	1,16	0,52	0,96	1,42	0,24
Marzo	33,14	0,64	2,52	5,76	11,96	0,3	0	5,8	1,4	1,12	0,58	1,02	1,76	0,28
Abril	34,62	0,64	2,72	6,04	12,44	0,32	0	5,82	1,42	1,4	0,6	1,04	1,86	0,32
Mayo	39,4	0,8	3	6,96	14,14	0,36	0	6,74	1,78	1,32	0,76	1,14	2,06	0,34
Junio	35,48	0,66	2,56	6,56	12,6	0,3	0,18	5,9	1,54	1,2	0,72	1,02	1,92	0,32
Julio	37	0,64	2,94	6,3	13,38	0,34	0,04	6,12	1,6	1,38	0,72	1	2,2	0,34
Agosto	32,64	0,74	2,26	6,02	11,64	0,28	0,04	5,56	1,46	1,3	0,66	0,88	1,54	0,26
Setiembre														

APÉNDICE 3: INDICADORES MENSUALES DE AGUA

Cuadro A.3.1. Indicadores mensuales de agua para las áreas de elaboración y producción de bebidas.

INDICADOR MENSUAL (HI / HLP)												
Mes	Total	Brewhouse	Cellars/Service Blk.	Packaging	Utility department	Others	Unidentified consumption	Condensers	Once through cooling water	Boiler water make up	CO2 plant	Watertreatment + others
Octubre	11,66	2,8	1,62	3,24	1,4	0,78	0,72	0,42	0	0,2	0,48	0
Noviembre	11,18	2,22	1,62	3,8	1,26	0,92	0,38	0,4	0	0,2	0,38	0
Diciembre	9,96	2,12	1,5	3,16	1,14	0,76	0,46	0,42	0	0,06	0,34	0
Enero	10,96	2,38	1,5	3,84	1,1	0,94	0,36	0,44	0	0,08	0,32	0
Febrero	11,62	2,56	1,62	4,22	1,36	0,8	0,14	0,44	0	0,16	0,32	0
Marzo	57	2,5	1,6	4,46	1,3	0,92	45,28	0,48	0	0,22	0,24	0
Abril	11,76	2,3	0,9	4,1	1,48	0,9	0,98	0,56	0	0,22	0,32	0
Mayo	13,9	2,16	1,56	5,08	1,7	0,86	1,34	0,66	0	0,34	0,2	0
Junio	11,98	2,62	1,5	4,66	1,22	0,72	0,34	0,46	0	0,2	0,26	0
Julio	11,38	2,58	1,6	3,84	1,22	0,5	0,64	0,46	0	0,22	0,32	0
Agosto	10,2	2,58	1,56	3,34	1	0,56	0,42	0,3	0	0,2	0,24	0
Setiembre												

APÉNDICE 4: CHECK LIST DE CONDICIONES ENERGÉTICAS DE LAS ÁREAS.

Cuadro A.4.1 Check list de las condiciones energéticas de las áreas.

Área								
Líder								
Fecha								
N°	Acción	Elec	Term	Agua	Si	No	NA	Observaciones
1	Las máquinas y equipos se encuentran apagados / detenidos en caso de que no se esté operando (luces, transportadores, llenadora, pasteurizador, bombas, lubricaciones, ollas, etc)	✓						
2	Las máquinas y equipos cuentan con rotulación de los parámetros recomendados (presión, nivel de agua, nivel de CO2, vapor, etc)	✓	✓	✓				
3	Las máquinas y equipos se encuentran operando con los parámetros recomendados (presión, nivel de agua, nivel de CO2, vapor, etc)	✓	✓	✓				
4	Las tuberías de agua fría, amoníaco (NH3), Glicol, CO2, vapor, agua caliente y condensado, cuentan con aislamiento	✓						
5	Los sentidos de giro de las bombas de condensado se encuentran señalizadas	✓	✓	✓				
6	Todas las fugas de vapor están reportadas		✓					
7	Todas las fugas de vapor están reparadas desde la última auditoría		✓					
8	Todos los retornos de condensado están conectados al sistema de recuperación		✓					
9	Las purgas de vapor están reorientadas al retorno de condensado		✓	✓				
10	Las trampas de vapor cuentan con chaquetas aislantes		✓					
11	Las válvulas de vapor y válvulas de condensado cuentan con aislamiento		✓					
12	Todas las fugas de agua están reportadas			✓				
13	Todas las fugas de agua están reparadas desde la última auditoría			✓				
14	Ausencia de barrido con agua (contratistas y operadores)			✓				
15	Todas las mangueras cuentan con dispositivos de control y libres de fugas	✓		✓				
16	Los pasteurizadores están utilizando agua recirculada			✓				
17	La lavadora de cajas está utilizando agua recirculada de la lavadora de botellas			✓				
18	La presión de enjuagues finales de lavadoras se realiza acorde al LILA			✓				
19	Está en cumplimiento del plan de balanceo del pasteurizador		✓	✓				
20	Ausencia de rebalses de agua en tanques		✓	✓				
21	Se está utilizando agua recirculada en CO2 (Utilities)			✓				
22	Todas las fugas de aire comprimido están reportadas	✓						
23	Todas las fugas de aire comprimido están reparadas desde la última auditoría	✓						

